

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Edison Maycol LUNA MUÑOZ

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Vicente César DAVILA CORDOVA
PRESIDENTE

Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHAGUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04.08.2024 22:42:06 -05:00



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 034-2024

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

Presentado por:

Bach. Edison Maycol LUNA MUÑOZ

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo

“Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources”

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

Índice de Similitud: **24 %**

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 4 de agosto de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

El presente trabajo es especialmente dedicado a mi padre Yony y mi madre Sonia, debido al anhelo de progresar y al afecto que me ofrecen diariamente, han orientado mi existencia por el camino de la autenticidad. Esto me permite honrar a mi familia con los saberes adquiridos, heredando el fruto de su dedicación y sacrificio para proporcionarme un futuro más prometedor.

AGRADECIMIENTO

Dar gracias a Dios por darme la sabiduría y fortaleza para afrontar los problemas que se presentan a diario, tanto laboral, como personal.

También agradecer de manera grata al ing. Eder Salazar Dulanto, Gerente General de la empresa Nexa Resources Unidad Minera Atacocha S.A.A., por permitir realizar mi proyecto de investigación “tesis” en dicha empresa.

El Autor.

RESUMEN

La presente investigación titulada “Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources”, tiene como objetivo Determinar de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo; el cual será una investigación correlacional - no experimental que ayuda a los investigadores. La población y muestra del estudio estuvo conformada por los equipos perforadoras de la empresa Nexa Resources, en la Unidad Minera Atacocha S.A.A. La muestra está compuesta por seis pruebas de perforaciones, con los equipos FlexiROC D65, DX 800 y DP1500i en el tajo abierto San Gerardo en la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. Como resultado, se observó que la efectividad de uso de la perforadora FlexiROC D65 según las Pruebas 01 y 02 realizadas, es de 88% y 90% respectivamente; por lo que según el cálculo (Adenda 01 - Plantilla de Cotización) debería cumplirse con 52 y 39 taladros perforados de acuerdo a la unidad geológica, el cual solo se realizó 46 y 35 taladros perforados respectivamente. Eso nos quiere decir que existe una diferencia de 06 y 04 talados respectivamente que no se cumplieron, el cual es analizado como una cantidad minoría de taladros incumplidos a diferencia del resto de pruebas.

Palabras clave. Perforación, rendimiento, eficiencia.

ABSTRACT

This research entitled “Use of the FlexiROC D65 Drilling Rig to Increase Productivity during the Drilling Process in the San Gerardo Open Pit, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources”, aims to determine how the use of the FlexiROC D65 drilling rig will increase productivity during the drilling process in the San Gerardo open pit; which will be a correlational - non-experimental research that helps researchers. The population and sample of the study were made up of the drilling equipment of the company Nexa Resources, in the Minera Atacocha S.A.A. Unit. The sample is composed of six drilling tests, with the FlexiROC D65, DX 800 and DP1500i equipment in the San Gerardo open pit at the company PEVOEX Contratistas S.A.C. As a result, it was observed that the effectiveness of use of the FlexiROC D65 drill according to the Tests 01 and 02 completed, is 88% and 90% respectively; Therefore, according to the calculation (Addendum 01 - Quotation Template), 52 and 39 holes drilled should be fulfilled according to the geological unit, which only 46 and 35 holes were drilled respectively. This means that there is a difference of 06 and 04 fellings respectively that were not complied with, which is analyzed as a minority number of non-compliant drillings unlike the rest of the tests.

Keywords. Drilling, performance, efficiency.

INTRODUCCIÓN

La actividad minera se encuentra a la vanguardia de la mejora continua, implementando nuevas tecnologías, procesos, equipos y estrategias con el propósito de aumentar la productividad y rentabilidad de sus operaciones. Para asegurar la sostenibilidad de una empresa minera, es crucial mantener los costos de producción por debajo de los ingresos generados por la venta de sus productos. Asimismo, para incrementar la rentabilidad de un negocio u operación minera, es esencial mejorar la productividad, rendimiento y eficiencia en el uso de los activos, minimizando los costos variables asociados a los gastos de mantenimiento.

Debido a esta inquietud, se propone la realización del siguiente estudio: "Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo", con el objetivo de determinar de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

El presente trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos siguientes:

En el inicio del primer capítulo, se aborda el problema de investigación con la finalidad de familiarizar al lector con el tema de estudio. Se incluyen elementos como el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, la importancia y alcances de la investigación, fundamentos teórico-científicos, hipótesis y la operacionalización de variables.

En el segundo capítulo, se ofrece una visión global del marco teórico, abordando las variables de estudio, así como los antecedentes, teorías y fundamentos del estudio.

En el tercer capítulo, se proporciona una descripción general de la metodología y las técnicas de investigación.

En el capítulo final se exponen los hallazgos de la investigación, junto con el análisis estadístico y la interpretación de las tablas. Asimismo, se aborda la discusión de los resultados en este mismo capítulo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Espacial.....	2
1.2.2. Temporal	2
1.2.3. Temática.....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos:.....	3
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	5
2.1.1. A nivel Internacional	5
2.1.2. A nivel Nacional.....	8
2.1.3. A nivel Local	10

2.2.	BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.	11
2.2.1.	Proceso de perforación.....	11
2.2.2.	Métodos de perforación	15
2.2.3.	Equipos de perforación en minería superficial	20
2.2.4.	Descripción de la columna de perforación rotativa.....	26
2.2.5.	Práctica operativa (variables de perforación rotativa).....	31
2.2.6.	Costo total de perforación (TDC)	38
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	43
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	52
2.4.1.	Hipótesis general	52
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	52
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	52
2.5.1.	Variables independientes.....	52
2.5.2.	Variables dependientes	52
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	53

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	54
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	54
3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	54
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.5.1.	Población.....	55
3.5.2.	Muestra	55
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
3.7.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.	56
3.8.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	56

3.9. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	56
3.10. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	56

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	58
4.1.1. Ubicación.....	60
4.1.2. Accesos.....	61
4.1.3. Clima	61
4.1.4. Topografía	62
4.1.5. Geología.....	62
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	64
4.2.1. Perforación con equipo FlexiROC D65	66
4.2.2. Perforación con equipo DX 800	76
4.2.3. Perforación con equipo DP1500i	86
4.2.4. Cálculo de perforación eficaz por pruebas	96
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	115
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	117

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>Valores de empuje para diferentes diámetros.</i>	34
Tabla 02. <i>Valores de RPM para diferentes tipos de roca.</i>	35
Tabla 03. <i>Operacionalización de variables</i>	53
Tabla 04. <i>Accesibilidad.</i>	61
Tabla 05. <i>Cantidad de datos de perforación.</i>	64
Tabla 06. <i>Cantidad de datos por equipos.</i>	65
Tabla 07. <i>Cantidad de datos por unidad geológica.</i>	65
Tabla 08. <i>Cantidad de datos por banco.</i>	65
Tabla 09. <i>Cantidad de datos por tipo de taladros.</i>	66
Tabla 10. <i>Cantidad de datos por tipo de pruebas.</i>	66
Tabla 11. <i>Reporte de perforación de la prueba 01.</i>	67
Tabla 12. <i>Reporte de perforación de la prueba 02.</i>	68
Tabla 13. <i>Parámetros de perforación de la prueba 01.</i>	69
Tabla 14. <i>Parámetros de perforación de la prueba 02.</i>	69
Tabla 15. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 01.</i>	70
Tabla 16. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 01.</i>	70
Tabla 17. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 02.</i>	71
Tabla 18. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 02.</i>	72
Tabla 19. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 01.</i>	73
Tabla 20. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 02.</i>	74
Tabla 21. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 01.</i>	75
Tabla 22. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 02.</i>	76
Tabla 23. <i>Reporte de perforación de la prueba 03.</i>	77
Tabla 24. <i>Reporte de perforación de la prueba 04.</i>	77
Tabla 25. <i>Parámetros de perforación de la prueba 03.</i>	78
Tabla 26. <i>Parámetros de perforación de la prueba 04.</i>	79
Tabla 27. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 03.</i>	80

Tabla 28. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 03.</i>	80
Tabla 29. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 04.</i>	81
Tabla 30. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 04.</i>	82
Tabla 31. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 03.</i>	83
Tabla 32. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 04.</i>	84
Tabla 33. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 03.</i>	85
Tabla 34. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 04.</i>	86
Tabla 35. <i>Reporte de perforación de la prueba 05.</i>	87
Tabla 36. <i>Reporte de perforación de la prueba 06.</i>	87
Tabla 37. <i>Parámetros de perforación de la prueba 05.</i>	88
Tabla 38. <i>Parámetros de perforación de la prueba 06.</i>	89
Tabla 39. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 05.</i>	90
Tabla 40. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 05.</i>	90
Tabla 41. <i>Tiempos improductivos en perforación de la prueba 06.</i>	91
Tabla 42. <i>Tiempo total en perforación de la prueba 06.</i>	92
Tabla 43. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 05.</i>	93
Tabla 44. <i>Ciclos de perforación promedio de la prueba 06.</i>	94
Tabla 45. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 05.</i>	95
Tabla 46. <i>Rendimientos de perforación de la prueba 06.</i>	96
Tabla 47. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).</i>	96
Tabla 48. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 01.</i>	99
Tabla 49. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-02 (Arenisca con Limolita).</i>	100
Tabla 50. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 02.</i>	102
Tabla 51. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-04 (Arenisca con Dacita).</i>	103
Tabla 52. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 03.</i>	105

Tabla 53. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).</i>	106
Tabla 54. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 04.</i>	108
Tabla 55. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).</i>	109
Tabla 56. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 05.</i>	111
Tabla 57. <i>Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-04 (Arenisca con Dacita).</i>	112
Tabla 58. <i>Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 06.</i>	114
Tabla 59. Número de taladros y su efectividad por perforadoras	115
Tabla 60. Prueba de Normalidad	116
Tabla 61. Correlación de Pearson	117

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 01. <i>Efecto del empuje sobre la velocidad de penetración.</i>	33
Gráfica 02. <i>Efecto de la velocidad de rotación sobre la velocidad de penetración.</i>	35
Gráfica 03. <i>Efecto del desgaste de la broca sobre la velocidad de penetración.</i>	36
Gráfica 04. <i>Variación de la velocidad de penetración con el diámetro.</i>	37
Gráfica 05. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 01.</i>	71
Gráfica 06. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 02.</i>	72
Gráfica 07. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 01.</i>	73
Gráfica 08. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 01.</i>	74
Gráfica 09. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 02.</i>	74
Gráfica 10. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 02.</i>	75
Gráfica 11. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 03.</i>	81
Gráfica 12. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 04.</i>	82
Gráfica 13. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 03.</i>	83
Gráfica 14. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 03.</i>	84
Gráfica 15. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 04.</i>	84
Gráfica 16. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 04.</i>	85
Gráfica 17. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 05.</i>	91
Gráfica 18. <i>Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 06.</i>	92
Gráfica 19. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 05.</i>	93
Gráfica 20. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 05.</i>	93
Gráfica 21. <i>Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 06.</i>	94
Gráfica 22. <i>Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 06.</i>	94
Gráfica 23. <i>Efectividad por equipos de perforación.</i>	116
Gráfica 24. <i>Correlación del uso de la FlexiROC D65 y incremento de la productividad</i>	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Campos de aplicación de los métodos de perforación en función de la resistencia de las rocas y diámetros de los barrenos.	16
Figura 02. Métodos de perforación en trabajos a cielo abierto (Atlas Copco).	17
Figura 03. Métodos de perforación 1.	18
Figura 04. Métodos de perforación 2.	19
Figura 05. Equipo de perforación DP1500i.	22
Figura 06. Equipo de perforación DX800.	24
Figura 07. Equipo de perforación FlexiROC D65.	26
Figura 08. Esquema de la columna de perforación rotativa.	31
Figura 09. Rotura de la roca (empuje excesivo).	32
Figura 10. Plano de localización de la Unidad Minera Atacocha.	60
Figura 11. Ruta a la Unidad Minera Atacocha (tajo San Gerardo), desde la ciudad Lima.	61
Figura 12. Plano geológico regional de la unidad minera Atacocha.	63
Figura 13. Sección geológica esquemática del Yacimiento de Atacocha.	64

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

A medida que la humanidad ha avanzado en su evolución y en el ámbito de la minería, también se ha observado un progreso en cuanto a la seguridad en las tareas realizadas. Esto se refleja en la definición de conceptos como peligro, riesgo y medidas de control en las operaciones, con el objetivo principal de reducir al mínimo y prevenir accidentes e incidentes laborales. Con el tiempo, se han desarrollado normativas técnicas por parte de grupos competentes y autorizados, que identifican estándares laborales. Es fundamental difundir y capacitar a los trabajadores en la ejecución de sus labores, ya que esto conlleva a la disminución de los riesgos potenciales para el personal involucrado en dichas tareas. Estos aspectos revisten una importancia crucial en la prevención de eventos no deseados que puedan resultar en la pérdida de vidas de los colaboradores.

La compañía minera Atacocha, también reconocida como Nexa Atacocha, fue fundada en febrero de 1936 con la finalidad de realizar diversas operaciones vinculadas a la búsqueda, extracción y comercialización de depósitos minerales, así como la concentración de minerales descubiertos en el subsuelo. Su enfoque principal recae en minerales como zinc, cobre y

plomo, los cuales contienen cantidades de plata y oro. La empresa emplea un método de flotación en su propia planta concentradora para llevar a cabo estos procesos.

A lo largo de su historia, esta compañía minera ha sido clasificada como una empresa de mediana minería. Desde noviembre de 2008, pasó a formar parte del Grupo Nexa, anteriormente conocido como Votorantim y, posteriormente, Nexa Perú. Nexa Atacocha es controlada de forma indirecta por el Grupo Votorantim, ahora llamado Grupo Nexa Resources, que actualmente posee el 80.24% de las acciones de Nexa Perú.

El foco principal de esta investigación será mejorar la producción en las labores del proceso de perforación en la unidad minera Atacocha. Con esta meta en mente, se ha tomado la decisión de optimizar los métodos de perforación, empleando equipos especializados, con el fin de aumentar la productividad y al mismo tiempo disminuir los posibles peligros laborales en la zona de trabajo conocida como tajo San Gerardo.

1.2. Delimitación de la investigación.

1.2.1. Espacial

El estudio será desarrollado plenamente en el tajo abierto San Gerardo de la Unidad Minera Atacocha S.A.A.-Nexa Resources.

1.2.2. Temporal

El estudio será elaborado durante los meses de agosto a noviembre del 2023.

1.2.3. Temática

La temática del presente estudio está motivada en la utilización del equipo FlexiROC D65 para incrementar la productividad durante el proceso de perforación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?

1.3.2. Problemas específicos:

- ¿Como la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?
- ¿De qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar como la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.
- Establecer de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

1.5. Justificación de la investigación

La perforación mecanizada se considera una decisión estratégica fundamental para lograr un aumento sustancial en la eficiencia de las actividades mineras.

En la Unidad Minera Atacocha S.A.A. de Nexa Resources, específicamente en el tajo abierto de San Gerardo, se utilizan tres tipos de perforadoras, de los cuales uno se destaca por su mayor eficiencia. Por consiguiente, el propósito principal de este trabajo de investigación es identificar y demostrar cuál de estos equipos se presenta como el más eficiente.

1.6. Limitaciones de la investigación

Durante la realización de la investigación, no se identifican limitaciones significativas, ya que se contó con total acceso a la información requerida, dado que esta información es parte integral de las responsabilidades de mi área de trabajo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. A nivel Internacional

Según (Soto Valdéz, 2016), en la Tesis “Metodología de cálculo de productividad de perforación y mejoras de gestión en minas a cielo abierto, aplicado a DRT” cuyas conclusiones fueron: En la actualidad, la industria del cobre se ha visto remecida por una permanente reducción en el precio del metal, lo que exige a los trabajadores de CODELCO mejorar sus procesos en términos de costos y productividad, a fin de generar los excedentes comprometidos al Estado de Chile.

Mediante la evaluación de una base de datos desde 2012 hasta mayo de 2015, se concluye que la eficiencia de las perforadoras se origina a partir de diversas variables, las cuales influyen en los indicadores operativos y están principalmente vinculadas a las condiciones de la operación. Durante los momentos de mayor disponibilidad, se nota una conexión con la integración de nuevos equipos a las flotas, mientras que la tendencia ascendente en la utilización efectiva a partir de enero de 2015 está relacionada con una disminución de las reservas según las directrices de la gerencia.

A diario, los resultados muestran una gran variabilidad, especialmente en la flota DML, que cuenta únicamente con 2 equipos. Las mantenciones significativas afectan considerablemente los metros perforados por estos equipos. En contraste, las perforadoras eléctricas exhiben una menor variabilidad a nivel de flota, mientras que la flota ROC presenta una mayor variabilidad, relacionada con la disponibilidad y principalmente las reservas. Es aconsejable establecer planes semanales para anticipar de manera más efectiva los indicadores operativos y supervisar el cumplimiento de los objetivos de perforación. Aunque la utilización tiene su propia definición, su previsión puede describirse en relación con los factores que no contribuyen a su valor. De este modo, se puede expresar en términos de siete demoras principales no planificadas: traslado, tronadura, espera y abastecimiento de agua, cambio de aceros, interrupción de energía necesaria para la operación, espera de sitio para perforar y espera de energía o combustible. Si se clasifican estas pérdidas, cuatro de ellas están relacionadas con actividades que no aportan valor al proceso pero son indispensables, lo que significa que no se pueden eliminar, aunque sí se pueden disminuir mediante una planificación adecuada. Estas demoras, en términos generales, muestran una distribución exponencial, lo que implica que la frecuencia más alta de ocurrencia se encuentra en los primeros intervalos de tiempo.

La interferencia se describe como las interacciones entre equipos y operaciones que obstaculizan o restringen los resultados de otros, en cuanto a la utilización efectiva y/o la productividad diaria. Se sostiene que las interferencias se atribuyen principalmente a las demoras no programadas, las cuales aumentan cuando hay una saturación en una zona de trabajo. Esto significa que cuando la cantidad de equipos en un espacio específico es elevada, las interferencias disminuyen la cantidad de metros perforados y la utilización efectiva.

Mediante la implementación de la metodología LEAN-KAIZEN, se generan sugerencias de mejora para el proceso de perforación con el objetivo de aumentar la productividad. Esto se logra mediante la aplicación de herramientas como la eliminación de desperdicios, la gestión visual y la estandarización. Se establece como meta para el segundo semestre de 2016 la reducción del 20% en las demoras no programadas, lo que resultaría en un aumento del 3% en la utilización efectiva de los equipos.

Tomando como referencia los resultados obtenidos en 2015, el logro de esta meta se traduce en un incremento de 60,500 unidades durante el año, lo que equivale al 75% de la producción de cada perforadora DML. O dicho de otra manera, esta meta posibilitaría la reducción de un equipo en la flota de arrendamiento. Desde la perspectiva de la planificación minera, es necesario determinar la cantidad de equipos requeridos de acuerdo con el plan minero, considerando horizontes temporales que abarcan desde el año hasta la vida útil de la mina. Con el propósito de perfeccionar la evaluación de la productividad de las perforadoras, se lleva a cabo un análisis que considera la inclusión de variables operativas como la cantidad de equipos por frente de trabajo, el ancho equivalente de la fase, entre otras. De este análisis se deduce que a medida que disminuye el ancho equivalente y aumenta el número de equipos por frente, se incrementan las demoras y se reduce la producción diaria de las perforadoras.

Al contrastar la metodología de cálculo con los resultados de junio de 2015 en comparación con la planificación mensual, se observa una mejora del 23% en la disminución de la discrepancia entre los valores reales y los programados.

En resumen, aunque la perforación no representa una fracción considerable de los costos totales de la mina, su importancia radica en que cualquier fallo en este proceso ocasiona complicaciones en las operaciones

subsiguientes, tales como la falta de información sobre las leyes del mineral a corto plazo, alteraciones en las secuencias de extracción debido a demoras en los polígonos de perforación, retrasos en las tronaduras, entre otros.

Como sugerencia para investigaciones futuras, se plantea la inclusión en la base de datos del tipo de tiro que se está perforando, ya sea de precorte o dirigido hacia la pared, borde o centro del banco. Esto permitiría evaluar el impacto en el rendimiento y analizar las medidas de seguridad que deben tomar los operadores durante el proceso de perforación.

Además, con el objetivo de crear un historial de datos que sea rastreable en relación con los eventos que impactan en cada operación unitaria durante el turno, se sugiere la elaboración de un informe para registrar eventos vinculados a la menor disponibilidad, utilización, rendimiento, entre otros. De esta manera, se podrán correlacionar los resultados con los eventos ocurridos. Adicionalmente, llevar a cabo un análisis factorial de manera mensual con el fin de identificar las desviaciones con respecto al plan. Esto permitirá identificar los eventos que contribuyen al cumplimiento o incumplimiento de las metas establecidas. La idea es aprender de estos eventos para replicar las buenas prácticas y evitar repetir errores que hayan obstaculizado el cumplimiento del plan.

2.1.2. A nivel Nacional

Según (Jara Pari, 2021), en la tesis titulada "Estandarización de la perforación mediante la metodología de los 7 pasos del control de calidad en la Empresa Cal & Cemento Sur S.A." cuyas conclusiones fueron: Se concluyó que con la implementación de la metodología de los 7 pasos para el control de la calidad se ha logrado mejorar la perforación, referente al rendimiento de perforación inicialmente era un promedio de 23 metros/hora se logró incrementar el promedio general a 26 metros/hora y con respecto a la

eficiencia de perforación inicialmente era un promedio de 69% se logró una mejora significativa que luego del estudio nos da un 82%.

Se determina que mediante la aplicación del diagrama de causa-efecto, se logró identificar las razones detrás del bajo rendimiento y eficiencia en la perforación, las cuales se clasificaron en cinco categorías: Método de trabajo, Mano de obra, Herramientas y materiales, Maquinaria y servicios, y Medio ambiente y seguridad. Posteriormente, utilizando el diagrama de Pareto, se pudo cuantificar la incidencia de estas causas en el bajo rendimiento y eficiencia en la perforación.

Se determina que la implementación de la metodología de los 7 pasos para el control de calidad en 2018 resultó en la extracción de 2,431,664.67 toneladas métricas, lo que refleja un cumplimiento del 101%.

El informe sobre la estandarización de la perforación, utilizando la metodología de los 7 pasos para el control de calidad en Cal & Cemento Sur S.A., representa el resultado de más de un año de investigación, pruebas y seguimiento llevados a cabo en el área de perforación. El objetivo principal de esta evaluación es establecer estándares para la perforación mediante la metodología de los 7 pasos para el control de calidad. Para lograrlo, se identificaron las causas que afectan el rendimiento y la eficiencia de la perforación, utilizando el diagrama de causa-efecto. Este análisis reveló 5 factores: Método de trabajo, Mano de obra, Herramientas y materiales, Maquinaria y servicios, y Medio ambiente y seguridad. Posteriormente, utilizando la herramienta estadística del diagrama de Pareto, se cuantificaron las causas identificadas, lo que permitió tomar acciones específicas en los factores más críticos y con mayor incidencia.

Los resultados principales obtenidos tras la aplicación de la estandarización en la perforación se analizaron en términos de rendimiento y eficiencia. Posterior a la estandarización, se logró un rendimiento de 26 metros

por hora, lo que representa un incremento de 3 metros por hora en comparación con el rendimiento previo a la estandarización. En relación con la eficiencia de perforación, se alcanzó un nivel del 82% después de la implementación de la estandarización, lo que significa un aumento del 13%. Se deduce que la metodología de los 7 pasos para el control de calidad, aplicada en el área de perforación, arrojó resultados positivos. Estos resultados se considerarán como punto de referencia para estandarizar otros procesos dentro de la empresa.

2.1.3. A nivel Local

Según (Maquera Quispe, 2021), en su tesis de investigación intitulada “Diseño de un modelo de presupuesto de capital para incrementar la rentabilidad financiera de la empresa Pevoex Contratistas S.A.C. 2019” La actividad minera requiere una constante renovación, siendo esencial la optimización de recursos. La utilización de tecnologías que contribuyan a mejorar la eficiencia de los recursos resulta crucial, todo con la finalidad de aumentar la productividad y rentabilidad de las operaciones mineras.

El propósito fundamental de este estudio es desarrollar un modelo de presupuesto de capital con el fin de mejorar la rentabilidad financiera de la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. Este objetivo se persigue a través de la sustitución de la perforadora ROC L8 por una FlexiROC D65.

La naturaleza de la investigación es de carácter descriptivo, ya que no solo implica la recolección de datos, sino también su análisis para observar y determinar el impacto financiero y económico generado por las perforadoras ROC L8 y FlexiROC D65 en las operaciones de la empresa contratista PEVOEX Contratistas S.A.C. en la Unidad Minera Cuajone. Además, el estudio es aplicativo, dado que busca reemplazar perforadoras con el objetivo de mejorar la rentabilidad de la empresa. Asimismo, se considera aplicativa debido a la incorporación de conocimientos teóricos y prácticos en relación con

el desarrollo de presupuestos de capital de inversión para la sustitución de activos fijos.

Asimismo, la investigación se llevó a cabo mediante un diseño cuasi experimental de tipo transversal, ya que las variables independientes se manipularán intencionalmente para analizar y verificar los efectos que generan sobre las variables dependientes. La muestra considerada para este propósito incluye las máquinas perforadoras ROC L8 y FlexiROC D65, las cuales serán objeto de comparación. En conclusión, se determinó que a través de una evaluación económico-financiera y un análisis detallado de los costos y mantenimientos de la máquina perforadora FlexiROC D65, la sustitución es viable.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Proceso de perforación

La finalidad básica del proceso de perforación, expresada de manera sencilla, consiste en crear espacios físicos específicos dentro de la roca mediante taladros, en los cuales se colocará explosivo para su posterior detonación. Para llevar a cabo esta actividad, es esencial seguir la siguiente secuencia:

- Programación de la ubicación de los taladros a perforar.
- Selección de los aceros a utilizar.
- Preparación de la zona de trabajo (topografía y limpieza).
- Posicionamiento de equipos (en cada taladro).
- Perforación (de cada taladro).
- Muestreo de detritus.
- Verificación de la calidad y cantidad de taladros perforados.
- Retiro del equipo del sector.

Según López Jimeno (2003), esta sucesión se completa una vez que se han perforado todos los sectores planificados.

El proceso de perforación se describe a continuación:

- Después de establecer los puntos de perforación y garantizar el acceso al área de trabajo, el equipo se coloca en posición para comenzar la operación.
- La función del equipo de perforación consiste en realizar perforaciones en la roca que será posteriormente extraída mediante la voladura, siguiendo las especificaciones técnicas de la operación, que incluyen la malla, profundidad, diámetro e inclinación.
- La actividad se lleva a cabo utilizando maquinaria específicamente diseñada para tal propósito, como perforadoras (rotativas, rotopercutivas con martillo de fondo DTH), así como equipos complementarios (compresores, captadores de polvo). La elección de la flota de perforadoras se basará directamente en las particularidades de la mina, abarcando aspectos físicos, geométricos y operativos, tales como los rendimientos requeridos, la magnitud de las voladuras y los sectores especiales.
- El operador coloca su equipo en los puntos indicados en el diagrama de perforación, asegura la posición y da inicio a la operación. Esta consiste principalmente en apoyar el bit o broca sobre el terreno y comenzar la perforación, siguiendo las especificaciones de velocidad de rotación, empuje (pull down) y velocidad del aire de barrido, adaptadas a las características de la roca a perforar. Conforme avanza la construcción del taladro, se llega al punto en el que se requiere agregar una nueva barra (de longitud extendida si así lo demanda la profundidad del taladro), proceso que se realiza mediante la misma máquina (mediante un carrusel de barras). Al finalizar la perforación, se procede a retirar el conjunto de aceros del agujero (izamiento), y finalmente, el equipo se desplaza hacia otro punto.

López Jimeno (2003) afirma que el costo asociado a la perforación en una operación específica dependerá de diversos factores, como la dureza de la roca, la presencia de estructuras geológicas, la calidad de los aceros, el mantenimiento de los equipos y la habilidad de los operadores.

Según la experiencia práctica, se puede afirmar que los costos asociados a la perforación, que engloban tanto las operaciones como el mantenimiento, varían aproximadamente entre el 10% y el 15% del costo total de la operación minera. Es decir, el costo por metro perforado suele situarse entre 6 y 15 US\$/m, dependiendo del tipo y la antigüedad de los equipos disponibles..

En lo que respecta al costo de las perforadoras, se observan cifras que oscilan entre los 400,000 y 1,600,000 US\$, dependiendo del potencial y las prestaciones de la máquina. Esta variabilidad en los precios del mercado se debe a la posibilidad de distinguir tres segmentos diferentes de perforadoras: las de percusión directa (DTH) con diámetros de broca de 4.5" a 7", que tienen un rango de costo de 250,000 a 450,000 dólares; las rotativas sobre neumáticos con diámetros de broca de 6" a 12", con un costo de 500,000 a 900,000 US\$; y las rotativas sobre orugas con diámetros de broca de 8" a 12", que presentan un rango de costo de 600,000 a 1,600,000 US\$.

Según la información proporcionada por López Jimeno (2003), se establecen algunas relaciones específicas entre proveedores y clientes en el proceso de perforación:

2.2.1.1. Relación perforación con voladura

La voladura es el primer cliente de la perforación ya que, si los taladros no cumplen las especificaciones del cliente, se aumenta la probabilidad de fracaso en la calidad de la voladura, lo que desencadenaría un grave problema en cuanto a operación, costos y producción. Por ejemplo, un taladro más corto de lo especificado

generará pisos irregulares o la necesidad de voladura secundaria, por el contrario, un taladro más largo podría generar una sobre excavación.

A la vez la voladura actúa como proveedor de información a la perforación, en el sentido que entregará sus requisitos en cuanto a la calidad de la perforación.

2.2.1.2. Relación perforación con carguío

Si el procedimiento de perforación no respetó la ubicación específica de cada taladro, es decir la malla no se perforó según el diseño generará algunos taladros con mayor o menor espaciamiento, los que después de efectuada la voladura podría traducirse en cambios no deseados en la granulometría esperada; por ejemplo, sobre tamaño del material a ser cargado (requiriéndose reducción secundaria), bajo tamaño del material (generando aumento de finos que podría disminuir el rendimiento en la molienda SAG).

Otro efecto negativo en el carguío que generaría el no respetar el largo de los taladros es que, por ejemplo, los taladros más largos podrían generar sobre excavación y taladros más cortos pisos irregulares que pueden dañar mecanismos de los equipos de carguío.

2.2.1.3. Relación perforación con factores geométricos y geomecánicos

La posibilidad de construir bancos dobles o de mayor altura influirá en la operación de la perforación (equipos y costos), ya que no siempre con los mismos recursos podrá garantizarse los resultados para este tipo de cambios operacionales. En lo que a geomecánica se refiere la perforación necesita información para estimar si es necesario cambiar alguna variable de operación (espaciamiento y/o inclinación de los taladros, por ejemplo). En el caso de perforaciones en la pared de

pit final se tendrá en cuenta la posibilidad de realizar la perforación para precorte o perforaciones de menor diámetro.

Como cliente la geomecánica recibe información de la perforación acerca de cambios relevantes en el tipo de roca perforada, que no hubiesen estado contemplados.

2.2.1.4. Características del material

La dureza y abrasividad de la roca influirán en el rendimiento y costos de la perforación, es muy diferente perforar roca dura que roca blanda, así como también las estructuras presentes influyen en la calidad de la perforación.

2.2.1.5. Seguridad, Salud y Medio Ambiente

En la actualidad, los equipos están equipados con dispositivos recolectores de polvo, los cuales deben recibir un mantenimiento adecuado para asegurar su eficacia.

2.2.2. Métodos de perforación

Los dos grandes métodos mecánicos de perforación de rocas son los rotopercutivos y los rotativos:

2.2.2.1. Métodos rotopercutivos

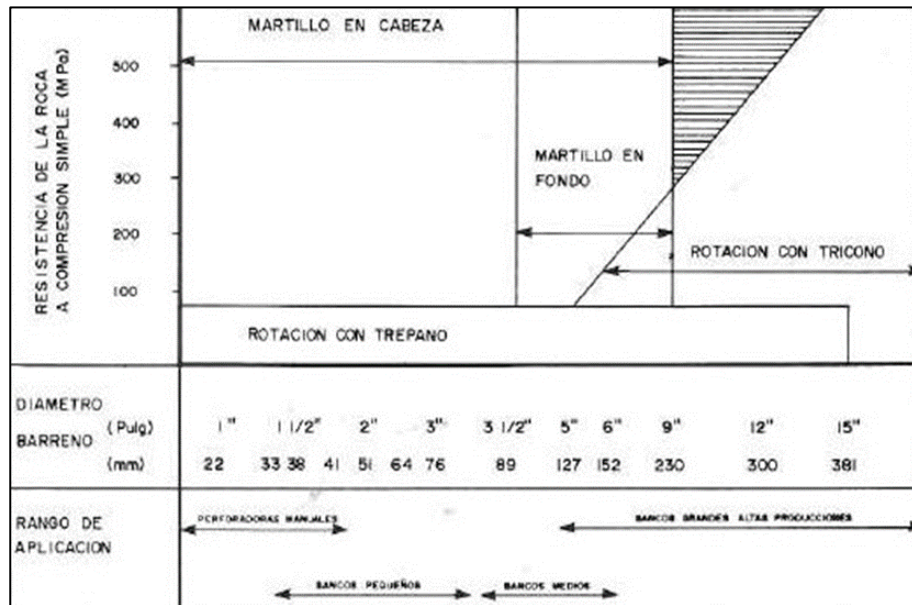
Estos métodos son ampliamente empleados en casi todos los tipos de roca, ya sea que el martillo se ubique en la parte superior o en el fondo del barreno.

2.2.2.2. Métodos rotativos

Se dividen a su vez en dos categorías, dependiendo de si la penetración se lleva a cabo mediante trituración, utilizando triconos, o mediante corte con el uso de brocas especializadas. El sistema de trituración se utiliza en rocas de dureza media a alta, mientras que el de corte se aplica en rocas blandas, según López Jimeno (2003).


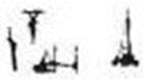

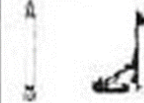
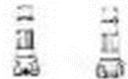






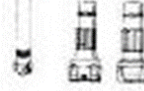




Considerando la resistencia a la compresión de las rocas y el diámetro de perforación, es posible establecer los ámbitos de aplicación de los diversos métodos, tal como se ilustra en la figura 01.

Figura 01. Campos de aplicación de los métodos de perforación en función de la resistencia de las rocas y diámetros de los barrenos.



Asimismo, dependiendo del tipo de tarea llevada a cabo en minería u obras públicas en superficie, se observa en la figura 02 cuáles son los equipos más empleados y los diámetros típicos para las voladuras en bancos.

Figura 02. Métodos de perforación en trabajos a cielo abierto (Atlas Copco).

METODOS DE PERFORACION EN BANCO	PERFORACION ROTOPERCUTIVA		PERFORACION ROTATIVA	
	MARTILLO EN CABEZA	MARTILLO EN FONDO	TRITURACION	CORTE
 OBRAS DE CONSTRUCCION	 27 - 127 mm (1' - 5') 	 76 - 216 mm (3' - 8'1/2') 	 180 - 300 mm (6'6" - 10'0")	 180 - 300 mm (6'6" - 10'0") poca común
 MINERIA A CIELO ABIERTO	 80 - 127 mm (3'2" - 5') 	 76 - 216 mm (2' - 8'1/2') 	 80 - 440 mm (2'6" - 14'3") 	 80 - 251 mm (2'6" - 8'3") 

Diversos factores que influyen en la elección de los equipos de perforación incluyen consideraciones económicas, diseño mecánico, requisitos de mantenimiento y servicio, capacidad operativa, adecuación a los equipos en uso en las explotaciones y a las condiciones del área de trabajo, accesibilidad, tipo de roca, fuentes de energía, entre otros.

Atlas Copco (2012) identifica varios métodos de perforación, pero los más comúnmente utilizados en minería a cielo abierto son el martillo de fondo (Down The Hole), el martillo en cabeza (Top Hammer) y la perforación rotativa con tricono (Rotary Drilling).

El método Top Hammer (martillo en cabeza) es una técnica de rotopercusión en la que la energía de impacto se genera cuando el pistón golpea el adaptador del vástago. La transmisión de esta energía se realiza desde el taladro a través del adaptador del vástago, el acero

de perforación y la broca de martillo hasta llegar a la roca. Este enfoque Top Hammer se emplea principalmente para perforar rocas duras con diámetros de broca de 5 ½ pulgadas (140 mm), destacándose por su alta velocidad de penetración en este tipo de terrenos.

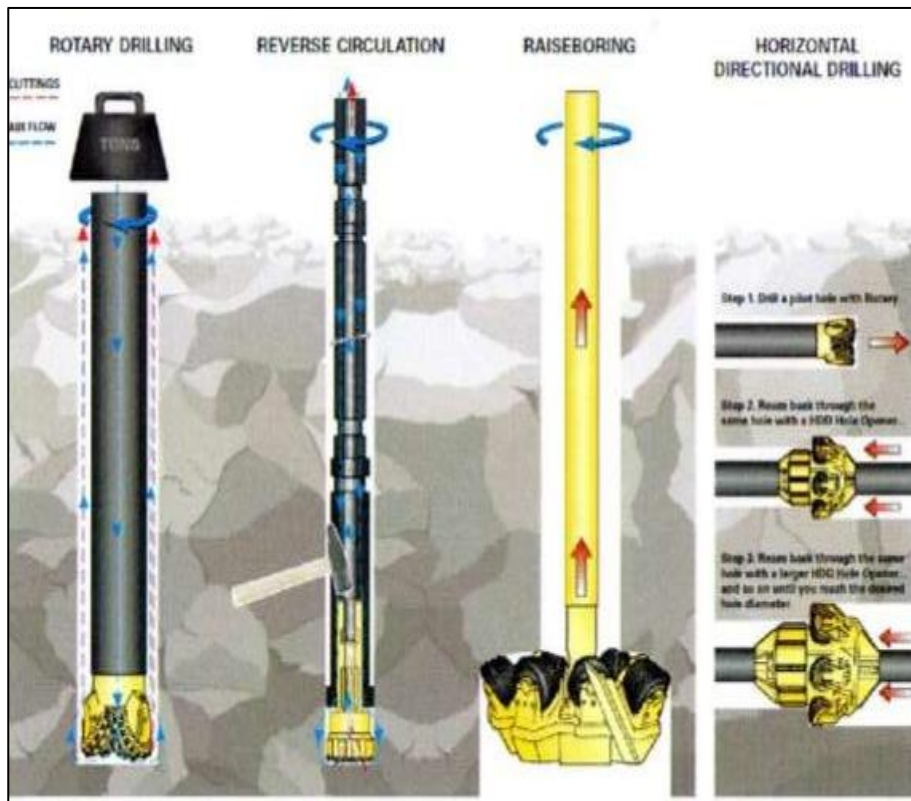
La técnica DTH (martillo de fondo) es un método de rotopercusión ampliamente utilizado en terrenos que van desde duros hasta suaves, tanto abrasivos como no abrasivos. Su energía de impacto se genera cuando el pistón golpea directamente la broca, mientras que el case o carcasa del martillo proporciona una orientación estable y recta a la broca, lo que resulta en una desviación mínima y una mayor estabilidad en las paredes del taladro o pozo. Este método DTH se utiliza para diámetros de broca que oscilan entre 3 5/8 y 9 pulgadas (90 – 229 mm) y destaca por su alta velocidad de penetración.

La técnica de perforación rotativa, conocida como Rotary Drilling, es un método de rotación que se caracteriza por la ausencia de percusión, realizando el corte de forma rotativa mediante triconos. Su principio de rotación se logra a través de un motor hidráulico o eléctrico con una caja de cambios accionada, llamada cabeza rotatoria, que se mueve verticalmente a lo largo de toda la columna de perforación, generando el Pull Down necesario para proporcionar suficiente peso a la broca tricónica y permitir su corte en el terreno rocoso. Este método de perforación rotativa se utiliza para diámetros de broca tricónica que varían entre 4 ¾ y 16 pulgadas (120 – 406 mm), adaptándose a diferentes tipos de terrenos, desde suaves hasta extremadamente duros.

Figura 03. Métodos de perforación 1.



Figura 04. Métodos de perforación 2.



2.2.3. Equipos de perforación en minería superficial

Conforme a la explicación de Farie (2006), la perforación y la voladura están estrechamente vinculadas en la fase inicial de la cadena productiva de la extracción y, por extensión, en el resto de las operaciones mineras. La planificación de la voladura es un requisito previo para llevar a cabo la perforación, y la detonación de los explosivos en la voladura depende directamente de la realización previa de la perforación.

2.2.3.1. Perforadora DP1500i

La máquina Pantera DP1500i es un equipo de perforación con martillo en cabeza, autopropulsado, con sistema diésel e hidráulico, diseñado especialmente para llevar a cabo perforaciones de producción o de precorte en grandes explotaciones mineras a cielo abierto, así como en sitios de construcción. Destaca por ofrecer la máxima potencia en su categoría, lo que se traduce en velocidades mejoradas de penetración. Además, proporciona una variedad de información, incluyendo la condición de la perforación y el trabajo realizado. Esta máquina tiene la capacidad de perforar agujeros con un diámetro que oscila entre 89 y 152 milímetros (de 3½ a 6 pulgadas).

Pantera DP1500i forma parte de la nueva generación de equipos de perforación y tiene la capacidad de generar diversos datos relacionados con la perforación, que incluyen el estado de la perforación y la labor realizada. Este equipo también incorpora una configuración inteligente de parámetros de perforación, una cabina de seguridad certificada con estándares ROPS/FOPS avanzados, una visibilidad excepcional y guías detalladas para la resolución de problemas.

La Pantera DP1500i, un equipo de perforación con martillo en cabeza, logra un auténtico incremento de productividad mediante el uso

de martillos hidráulicos en diversas aplicaciones. Estos equipos de perforación renovados, basados en las características reconocidas de la serie DPi, incorporan mejoras que ofrecen una potencia real, eficiencia en el consumo de combustible, mayor tiempo de actividad y un flujo operativo más constante.

Otros modelos dentro de esta serie de equipos de perforación es la Pantera DP1100i.

Ventajas

- Equipo de perforación de producción inteligente.
- Interfaz de usuario avanzada.
- Sistema de control de perforación fácilmente ajustable.
- Una estabilidad sobresaliente gracias a la optimización del centro de gravedad.
- Colocación astuta de componentes y puertas con diseño tipo ala de gaviota para simplificar las labores de mantenimiento.
- Excelente visibilidad.
- Apto para acceso remoto.
- Bajo consumo de combustible, bajas emisiones de CO².

Datos técnicos

- Diámetro del orificio: 89 a 152 mm
- Diámetro del tubo/varilla de perforación: 51, 60, 87 mm (2, 2 3/8, 3 1/2 in)
- Martillo hidráulico: HL1560T, 33 kW (44 hp)
RD1635CF, 35 kW (48 hp)
- Potencia del motor: 261 kW (350 hp) /1.800 rpm (Tier 3), 287 kW (385 hp) /1.800 rpm (Tier 4)
- Capacidad de aire de barrido: 14 m³/min
- Cabina: Ergo cool

- Certificado: ROPS y FOPS
- Dimensiones (Longitud - Ancho - Altura): 11.500 x 2.500 x 3.340 mm

Figura 05. *Equipo de perforación DP1500i.*



2.2.3.2. Perforadora DX800

Ranger DX800 representa un equipo de perforación hidráulico autopropulsado, equipado con motor diésel y martillo de fondo, diseñado para operar en terrenos desafiantes en actividades como la instalación del sitio, precorte y producción de perforación en superficie. Este equipo, montado sobre orugas y autocontenido, cuenta con una superestructura giratoria, ofreciendo una estabilidad excepcional y la capacidad de perforar agujeros con un diámetro que oscila entre 76 y 127 milímetros (3 a 5 pulgadas).

Ranger DX800 está equipado con una cabina ergonómica que ofrece una visibilidad óptima y un sistema de intercambio de varillas, destacando su enfoque en la seguridad del operador y la calidad de la experiencia. Estos equipos de perforación Ranger DX800 son especialmente adecuados para la perforación de agujeros con diámetros que varían entre 76 y 127 mm (2 a 5 pulgadas) en diversas

aplicaciones, como el corte de caminos, la perforación de tuberías, la perforación de cimientos, así como la perforación de producción en explotaciones y minas a cielo abierto de tamaño medio.

Esta máquina asegura su estabilidad mediante una solución de contrapeso, lo que permite mantener una operación estable incluso en condiciones extremas. Asimismo, incorpora el sistema de control de perforación + Rock Pilot, diseñado para asegurar una rotación uniforme, un adecuado contacto con la roca sólida y una penetración rápida en diversas condiciones de roca.

Otros modelos de esta serie de equipos de perforación son el Ranger DX700, Ranger DX600y Ranger DX500.

Ventajas

- Excelente estabilidad, incluso en terrenos irregulares
- Cobertura de perforación de 17,6 m² (opcionalmente 26,4 m²) 12 horas de perforación continua.
- Orificios rectos con sistema de control de perforación + Rock pilot
- Colector de polvo con gran capacidad de succión
- Diseño avanzado de la pluma
- Cabina con sistema de protección en caso de vuelcos (ROPS, Rollover Protective Structure) y sistema de protección antiplastamiento (FOPS, Falling Object Protection System)

Datos técnicos

- Diámetro recomendado del orificio: 76 - 127 mm (3 - 5 Pulgadas)
- Diámetro del tubo/varilla de perforación: 45 o 51 mm (1 ¾ o 2 pulgadas)
- Martillo hidráulico: HL820T, 21 kW / 28 hp
- HF820T, 23 kW / 31 hp como opción

- Motor: Caterpillar C7.1, 168 kW (225 hp) / 1.800 rpm (Tier3 / Tier4F)
- Capacidad de aire de Barrido: 8,1 m³/min
- Cabina del operador: Ergo
- Certificado: ROPS y FOPS
- Longitud de transporte: 7,2 m / 10,7 m (24 / 33 pies)
- Ancho de transporte: 2,45 m (8 pies)
- Altura de transporte: 3,6 m / 3,2 m (12 / 11 pies)
- Peso: 15.600 kg (33.510 lb)

Figura 06. *Equipo de perforación DX800.*



2.2.3.3. Perforadora FlexiROC D65

La FlexiROC D65 es una perforadora resistente con martillo en fondo empleada en operaciones mineras y canteras de gran escala. Esta máquina logra un equilibrio óptimo entre eficiencia y productividad para satisfacer las demandas de perforación más rigurosas.

Al lograr un equilibrio ideal entre productividad y eficiencia, la FlexiRoc D65 ha fijado un nuevo estándar para la perforación en fondo en entornos mineros y canteras de gran envergadura. Este equipo

robusto y versátil cumple con las demandas más exigentes en perforación y está preparado para superar todas sus expectativas.

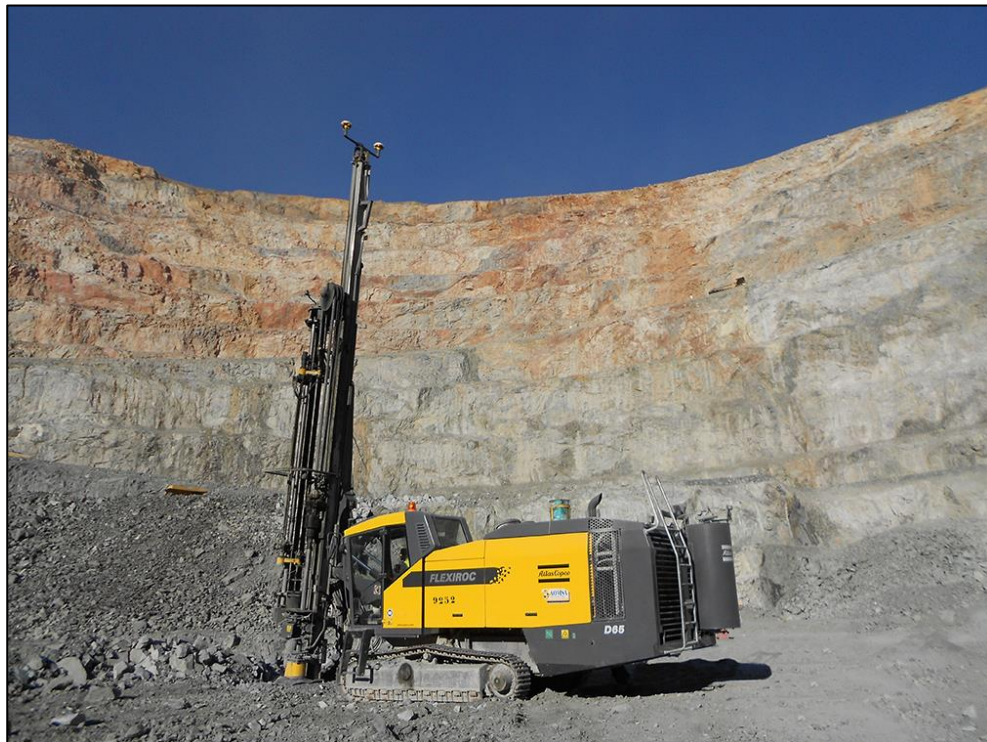
Ventajas

- Equipo de perforación superficial diseñado para la extracción de caliza y áridos en canteras, así como para operaciones de minería a cielo abierto.
- Optimiza su productividad y eficiencia mediante un rendimiento de perforación óptimo.
- Expande su aplicación gracias a una mayor flexibilidad y la capacidad de realizar múltiples tareas.
- Su diseño comprobado y robusto asegura la ejecución efectiva del trabajo.

Datos técnicos

- Ancho Máximo: 2,5 m
- Altura Máxima: 11,6 m
- Altura Máxima hasta la cabina: 3,5 m
- Peso: 24,1 ton
- Área de aplicación principal: Canteras, Minería.
- Tipo de perforación: Down-the-hole.
- Diámetro del barreno: 110 mm - 203 mm.
- Familia: FlexiROC D65.
- Con cabina: Sí.
- Amplitud del martillo (martillo en fondo): 4"; 5"; 6".
- Rotary head o cabeza rotativa: DHR6 H 56, DHR6 H 45. DHR6 H78, DHR6 H 68.
- Profundidad o longitud máxima del barreno: 55.5 m.
- Potencia del Motor: 403 kW.
- Capacidad o flujo de aire (FAD): 470 L/s).

Figura 07. *Equipo de perforación FlexiROC D65.*



2.2.4. Descripción de la columna de perforación rotativa

La columna de perforación es uno de los componentes más caros de un equipo de perforación, por lo que su duración determinará si su inversión económica ha sido amortizada o a originado pérdidas a la empresa minera Atlas Copco (2012),.

2.2.4.1. Amortiguador de impacto y vibraciones (Shock Absorber)

El amortiguador de vibraciones o impactos es un componente esencial en la unidad de la columna, cuya función principal es absorber una porción de la energía liberada por la broca tricónica de perforación que no se emplea en la fragmentación de la roca.

Dado el avance tecnológico en los aceros de perforación y la creciente demanda de mayor productividad en las operaciones mineras, este accesorio se convierte en un componente crucial para el rendimiento efectivo. Un diseño eficaz de este accesorio implica la inclusión de una masa amortiguadora de impactos como elemento

principal en su estructura, la cual tiene la función de absorber golpes y vibraciones no deseadas, evitando así daños a los equipos y mejorando la eficacia de la perforación.

Las consecuencias más comunes en la operación debido a un amortiguador defectuoso o su ausencia son las siguientes:

- Ocasiona daños en la broca de perforación, fracturas en los botones y deterioro en los rodamientos.
- Daño en los rodamientos del cabezal de rotación, ejes de transmisión y dientes en conjuntos de engranajes.
- Daños en la estructura de las torres de perforación y puntos de uniones soldadas.
- Desviación en el rumbo de la perforación
- Vibraciones excesivas en cabina de control.

Los daños señalados son generados por las sollicitaciones mecánicas que actúan de manera constante o alternada sobre la columna de perforación y transfieren energía a través de la broca hasta el amortiguador de vibraciones e impactos.

2.2.4.2. Adaptador superior (Top Sub)

La columna, también conocida como tren de barras, prosigue con los adaptadores superiores, cuya principal función es facilitar la conexión de elementos con diversas uniones roscadas. Tal como sugiere su nombre, estos adaptadores se encargan de adaptar roscas de distintos tipos o permiten la adaptación de elementos con diversos diámetros. Adicionalmente, cumplen una segunda función como componentes de desgaste, evitando daños en los hilos de los spindler de los cabezales de rotación y en los hilos de los amortiguadores. Es esencial aplicar lubricación a los hilos de conexión de las barras para extender su durabilidad. Únicamente se debe lubricar los hilos machos

de los adaptadores, ya que los hilos hembras no requieren engrase. Esto se debe a que el flujo de aire los empuja hacia la base de la columna, y lubricarlos podría provocar obstrucciones en las toberas de refrigeración y lubricación de los triconos.

Los adaptadores, así como los otros componentes de la columna son fabricados en aceros de alta resistencia, razón por la cual se debe evitar al máximo aplicar soldaduras para fijarlos a los amortiguadores, un calentamiento excesivo en las zonas de unión con el amortiguador provoca revenidos en el acero alterando su estructura metalografía y alterando su resistencia mecánica.

2.2.4.3. Barra de perforación (Drill Pipe)

Justo debajo de los adaptadores superiores se encuentran las barras de perforación, las cuales cumplen la función de elementos de extensión y unión. Estas barras transfieren la energía de rotación y empuje desde el cabezal de rotación hasta la herramienta de corte o tricono de perforación. Internamente, también canalizan el aire necesario para facilitar la evacuación del material cortado desde la base de la perforación hasta la superficie. Las dimensiones, los diámetros, los hilos y sus diseños están completamente determinados por el tipo específico de máquina en la que se utilizarán.

La fabricación de las barras de perforación no sigue un estándar uniforme; su diseño está principalmente determinado por las condiciones del terreno en el que serán empleadas. En esencia, consisten en un tubo de conexión que une un extremo con rosca macho y otro con rosca hembra. Por esta razón, la durabilidad de las barras se evalúa según el desgaste progresivo experimentado por las paredes de dicho tubo. Independiente de lo anterior, las barras se pueden especificar por el espesor de pared del tubo señalado, cuando las

condiciones de dureza de roca exigen una mayor energía de empuje se necesita que las barras puedan tener una mayor resistencia a las cargas de compresión, por tal razón su espesor de pared debe ser necesariamente mayor.

2.2.4.4. Adaptador de broca tricónica (Bit Sub) / Estabilizador de rodillos (EZ-Drill)

En la parte inferior de la columna de perforación se ubican los adaptadores de tricono a barras que unen las barras de perforación con los triconos de perforación, su función es similar a los adaptadores superiores, en algunos casos deben unir elementos con roscas diferentes, pero nunca unir elementos con diferentes diámetros, es por eso que su función principal es unir la columna de barras con la broca de perforación además de proteger a la barra iniciadora del flujo de material turbulento producido en el fondo del taladro o pozo.

El adaptador de broca es el elemento de una columna que está expuesto a las más severas condiciones de desgastes por abrasión las que se originan en el fondo de la perforación. Históricamente los adaptadores de triconos cumplían funciones de estabilizadores de la columna de perforación, para lo cual se confeccionaban con rodillos giratorios o aletas de aceros anti abrasivos dispuestas en sentido longitudinal o helicoidal.

El estabilizador de rodillos es el único que posee especificaciones de diseño en estabilizadores para cumplir aplicaciones con chorro de aire en el pozo de perforación, en las que el nivel de anteriores estabilizadores no ha dado el resultado a la rentabilidad de las operaciones en la perforación.

2.2.4.5. Anillos guías rotatorios (Deck Bushing)

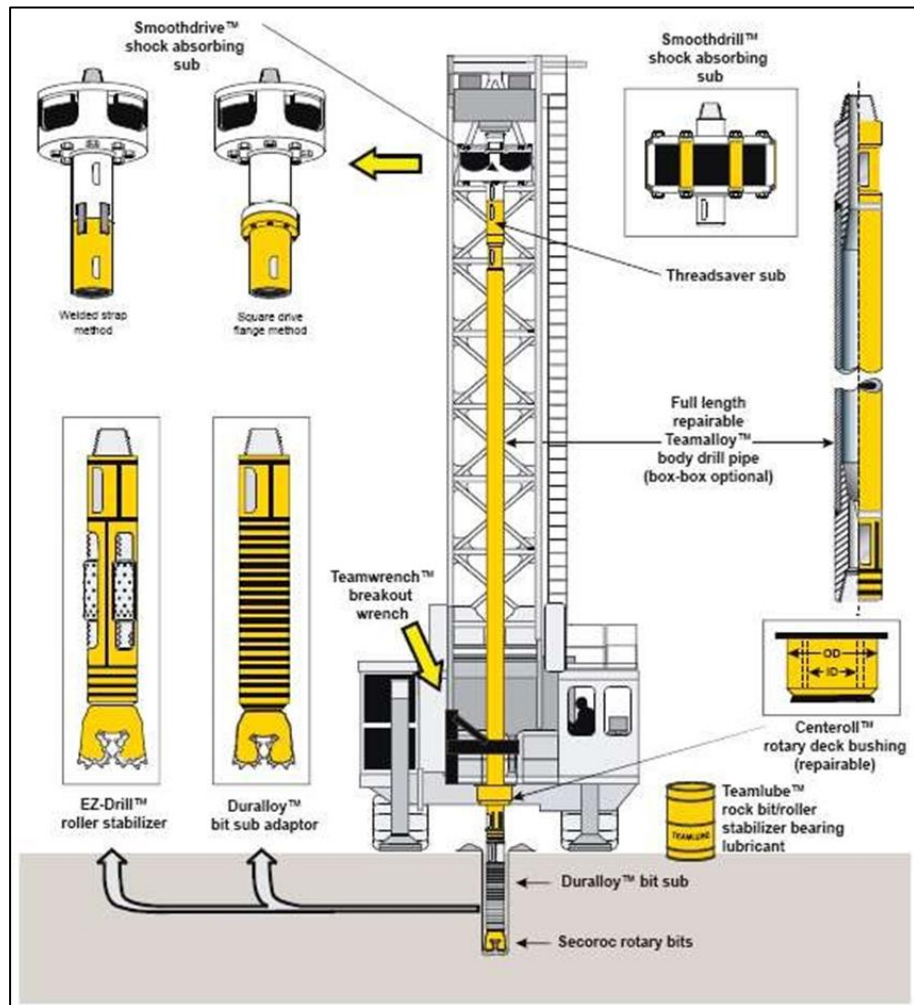
La importancia de este accesorio generalmente no es plenamente reconocida por los usuarios, así como tampoco su adecuado uso y manipulación. Sin embargo en el ítem de la columna de perforación el costo de este accesorio puede llegar a ser altamente incidente si no se controla debidamente su uso en la operación, los principales daños se producen por golpes que reciben a través de la columna de perforación cuando el terreno que se está perforando es muy duro, en estas condiciones de perforación las barras están siendo sometidas a una gran carga de empuje lo que a su vez da origen a grandes curvas de pandeo que asociadas a la rotación en conjunto con las vibraciones son los mayores causantes de golpes y daños en los anillos guías.

La función principal de los anillos guías rotatorios es mantener centrada la columna de barras mientras se está perforando, sea en posición vertical o inclinada, reducir la fricción metal- metal con la columna a través de sus anillos montados en rodamientos.

2.2.4.6. Broca tricónica (Tricone Bit)

La función principal de la broca es romper la roca que se encuentra en el fondo del taladro o pozo usando sus insertos de carburo de tungsteno por medio del peso ejercido por la perforadora (Pull Down) con la rotación dada por el cabezal de rotación y aire del compresor de la máquina, el tricono debe ser capaz de perforar y soportar las exigencias de peso, velocidad de rotación, abrasión, etc. para cumplir con las actuales necesidades de las compañías mineras.

Figura 08. Esquema de la columna de perforación rotativa.



2.2.5. Práctica operativa (variables de perforación rotativa)

Según López Jimeno (2003), las variables internas que intervienen en la perforación rotativa son:

- Empuje sobre la broca.
- Velocidad de rotación.
- Desgaste de la broca.
- Diámetro del taladro.
- Caudal de aire para la evacuación del detrito.

Mientras que las variables externas son las siguientes:

- Características resistentes de la formación rocosa.
- Eficiencia del operador.

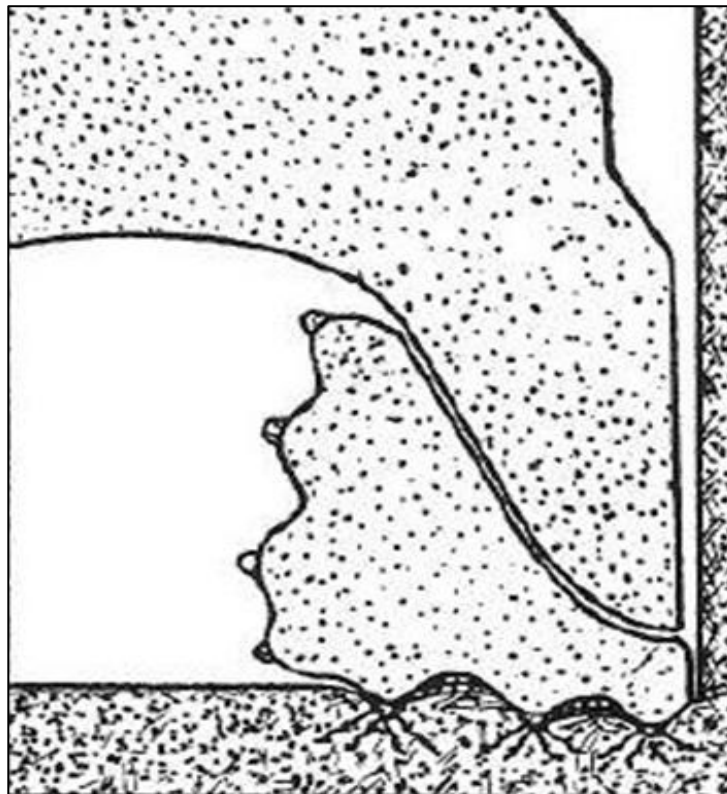
2.2.5.1. Empuje sobre la broca

El empuje aplicado sobre la broca debe ser suficiente para sobrepasar la resistencia a la compresión de la roca, pero no debe ser excesivo para evitar fallos prematuros o anormales del tricono.

La velocidad de penetración aumenta proporcionalmente con el empuje, hasta que se llega a un agarrotamiento del tricono contra la roca por efecto del enterramiento de los insertos o hasta que por la alta velocidad de penetración y el gran volumen de detritus que se produce no se limpia adecuadamente el barreno.

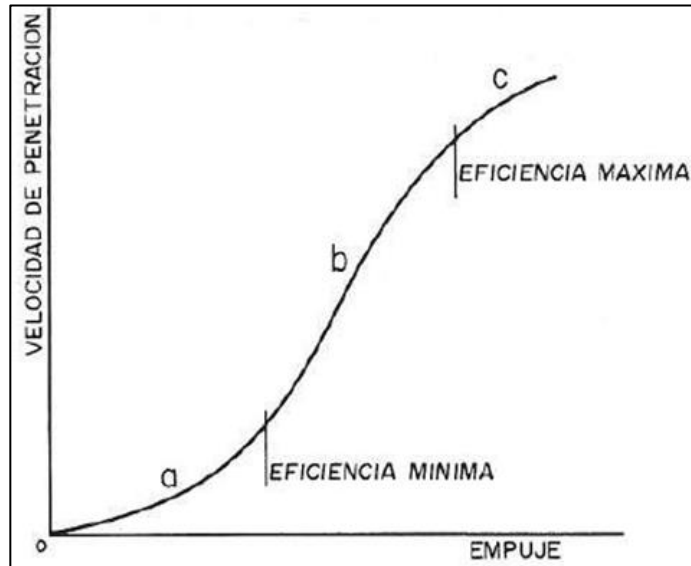
También, menciona que, en formaciones duras, un empuje elevado sobre la broca puede producir roturas en los insertos antes de presentarse un agarrotamiento o un defecto de limpieza. También, disminuye la vida de los cojinetes, pero no necesariamente la longitud perforada por el tricono como se puede apreciar en la figura 09:

Figura 09. *Rotura de la roca (empuje excesivo).*



Cuando se perfora una roca, los triconos pueden trabajar en tres situaciones distintas como se muestra en la gráfica 01:

Gráfica 01. Efecto del empuje sobre la velocidad de penetración.



- a) Empuje insuficiente.
- b) Avance eficiente.
- c) Enterramiento de la broca.

López Jimeno (2003), afirma que existe un nivel de empuje mínimo, por debajo del cual no se perfora la roca., puede estimarse con la siguiente ecuación:

$$Em = 28.5 \times RC \times D$$

Donde:

Em = Empuje mínimo (libras).

RC = Resistencia a compresión de la roca (Mpa).

D = Diámetro del tricono (pulgadas).

López Jimeno (2003), sostiene que el empuje máximo, por encima del que se produce el enterramiento del tricono, se considera que vale el doble del valor anterior:

$$EM = 2 \times Em$$

López Jimeno (2003), Argumenta que el empuje normal se define como el promedio entre el empuje mínimo y máximo, y es este valor el que permite un avance eficaz:

$$E = \frac{Em + EM}{2}$$

En la tabla 01 se dan los valores límites para triconos de diferentes diámetros:

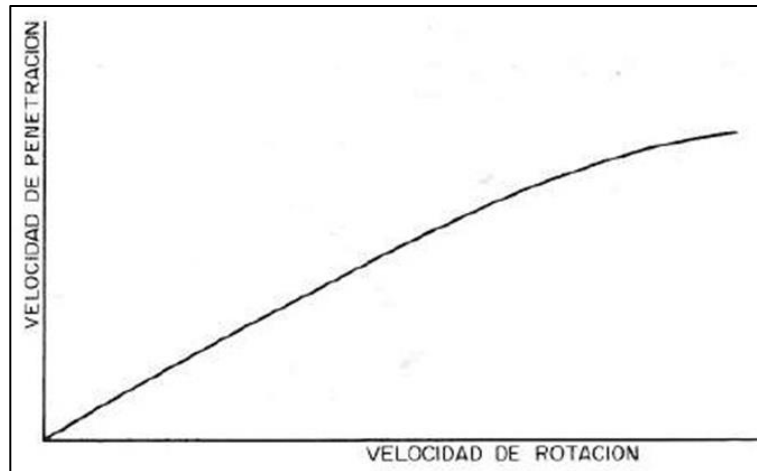
Tabla 01. *Valores de empuje para diferentes diámetros.*

DIAMETRO DEL TRICONO (pulgadas)	EMPUJE LIMITE (libras)
5 ^{1/8}	21.000
6 ^{1/4}	31.000
6 ^{3/4}	37.000
7 ^{7/8}	50.000
9	65.000
9 ^{7/8}	79.000
12 ^{1/4}	121.000

2.2.5.2. Velocidad de rotación

López Jimeno (2003), sostiene que la velocidad de penetración aumenta con la velocidad de rotación en una proporción algo menor que la unidad, hasta un límite impuesto por la evacuación de los detritus como se puede apreciar en la gráfica 02:

Gráfica 02. Efecto de la velocidad de rotación sobre la velocidad de penetración.



López Jimeno (2003), menciona que: “Las velocidades de rotación varían desde 60 a 120 rev/min para los triconos con dientes de acero y 50 a 80 rev/min para los de insertos de carburo de tungsteno”. En la Tabla 02 se indican las velocidades de rotación adecuadas para diferentes tipos de roca:

Tabla 02. Valores de RPM para diferentes tipos de roca.

TIPO DE ROCA	VELOCIDAD DE ROTACIÓN (rev/min)
Blanda	75 – 160
Media	60 – 80
Dura	35 – 70

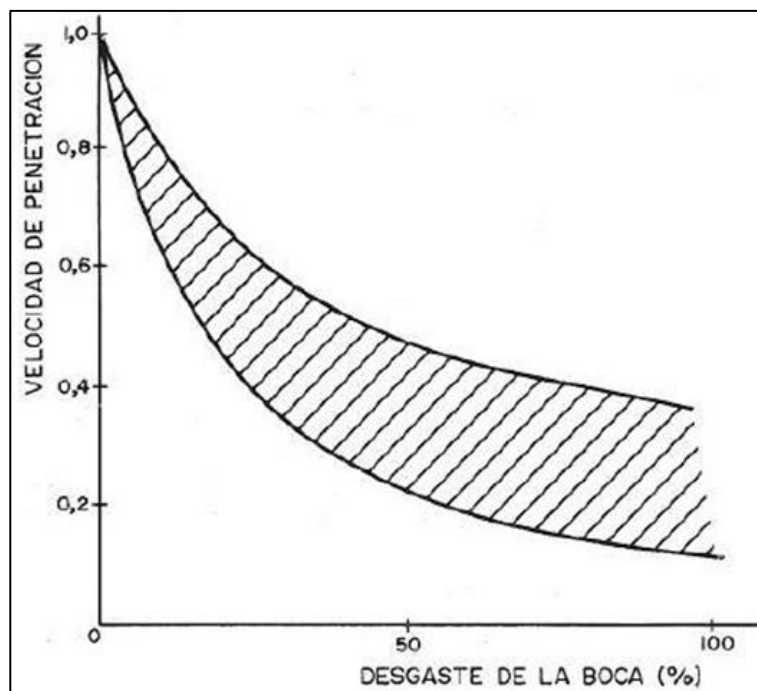
El límite de la velocidad de rotación está fijado por el desgaste de los cojinetes, que a su vez depende del empuje, de la limpieza del taladro y de la temperatura; y por la rotura de los insertos que es provocada por el impacto del tricono contra la roca, siendo la intensidad de este proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación.

2.2.5.3. Desgaste de la broca

López Jimeno (2003), menciona que: “Cuando se utilizan brocas tricónicas, la velocidad de penetración disminuye considerablemente conforme aumenta el desgaste de la broca”.

La gráfica 03 muestra como para un tricono a mitad de uso, la velocidad de penetración puede reducirse de un 50 a un 75% con respecto a la obtenida con un tricono nuevo.

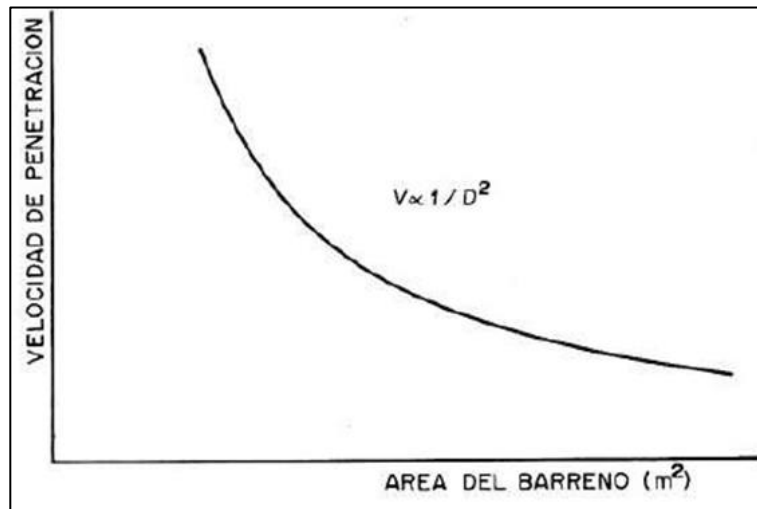
Gráfica 03. Efecto del desgaste de la broca sobre la velocidad de penetración.



2.2.5.4. Diámetro del taladro

La gráfica 04 refleja como la velocidad de penetración obtenida con empuje y velocidad de rotación constantes es proporcional al inverso del diámetro de perforación al cuadrado.

Gráfica 04. Variación de la velocidad de penetración con el diámetro.



2.2.5.5. Caudal de aire

Cuando la perforación se efectúa con menos aire que el necesario para limpiar con efectividad el taladro, se producen los siguientes efectos negativos:

- Disminución de la velocidad de penetración.
- Aumento de empuje necesario para perforar.
- Aumento en las fallas de la perforadora, ocasionado por el incremento del torque necesario para girar el tricono.
- Aumento del desgaste en el estabilizador, en la barra y en el tricono.

El tricono necesita como mínimo 40 psi de presión de aire para así garantizar que los cojinetes puedan ser refrigerados y lubricados, Atlas Copco (2013)

2.2.5.6. Presión de rotación

La presión de rotación o torque, nos indica la presión ejercida a la broca provocada por el Pull Down y la velocidad de rotación en el fondo del taladro contra la presión ejercida por el terreno, Atlas Copco (2013)

2.2.5.7. Velocidad de barrido

Es la rapidez con que el aire sale del taladro, esta velocidad de barrido deberá ser de 5000 a 7000 pies/min para material seco y ligero y deberá ser de 7000 a 9000 pies/min para material húmedo y pesado ya que el agua hace que las partículas se junten haciéndose más grandes y pesadas al momento de ser barridas, Atlas Copco (2013)

2.2.5.8. Inyección de agua al taladro

Requerida para suprimir el polvo y empatar el pozo, sin embargo, la broca se debe operar sin agua debido a que daña los rodamientos y fractura los rodillos, Atlas Copco (2013)

2.2.6. Costo total de perforación (TDC)

Llaique & Sánchez (2015), mencionan que: “El mejor medio de determinar cuál es la broca ideal a utilizar es hacer una evaluación de los aspectos económicos”. Las dos maneras más comunes de calcular el costo de perforación se conocen por las siglas: PDC (Partial Drilling Cost = costo parcial de perforación) y TDC (Total Drilling Cost = costo total de perforación).

También sostienen que el costo parcial de perforación es el precio al que se adquirió la broca dividida por la distancia que perfora y este puede expresarse por la fórmula:

$$PDC = \frac{\text{Precio de compra de la broca}}{\text{Distancia perforada (pies o metros)}}$$

Llaique & Sánchez (2015), sostienen que el TDC es el PDC incluyendo la productividad en la ecuación. El TDC abarca el costo de la broca, el rendimiento horario del equipo de perforación, así como la velocidad de perforación medida en pies o metros por hora y la distancia total perforada. La fórmula del TDC se expresa normalmente por una de las dos ecuaciones siguientes:

$$\text{TDC} = \frac{\text{Costo de la broca de perforación}}{\text{Metros perforados}} + \frac{\text{Costo de la perforadora por hora}}{\text{Metros perforados por hora}}$$

En situaciones donde el tiempo de perforación no representa un inconveniente, evaluar el rendimiento de la broca mediante el costo parcial de perforación (PDC) probablemente sea la opción más adecuada. No obstante, cuando el tiempo es limitado y la gestión eficiente de la flota de perforadoras es prioritaria para maximizar la productividad, el costo total de perforación (TDC) podría ser un criterio más apropiado.

2.2.6.1. Estructura del costo de perforación

Hablar de la evaluación de los costos de perforación, es referirse a la velocidad de penetración y a los metros perforados por cada broca tricónica, ya que estos dos factores inciden fundamental en la perforación. Debido a que existe una relación inversamente proporcional entre ambos, es imposible mejorar el rendimiento de uno sin afectar el otro. Para elegir una adecuada combinación de estos factores, se requiere un patrón de medida en el cual, estén considerados todas las condiciones particulares de la operación, por lo que el mejor parámetro de evaluación está en función del costo métrico.

La presente tesis determinará el costo total de perforación en base a los factores mencionadas anteriormente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TDC} = \frac{B}{M} + \frac{D}{\text{ROP}} \quad [1]$$

Donde:

TDC: Costo Total de Perforación (US\$/mt)

B: Precio de la broca (US\$)

D: Costo horario de la perforadora (US\$/hrs)

ROP: Velocidad de penetración (mts/hr)

M: Metros perforados por el tricono (mts)

Realizando una evaluación de la fórmula [1] tenemos:

El costo de la broca tricónica (B) varía entre las distintas empresas mineras, ya que se determina al multiplicar el precio de lista proporcionado por el fabricante con un factor que está principalmente influenciado por la ubicación geográfica de los proveedores, los impuestos que cada consumidor debe pagar y otros gravámenes. Este factor, que depende del tipo, marca y diámetro de la broca, no sigue un estándar uniforme entre los fabricantes.

$$C1 = \frac{B}{M} \quad [2]$$

Donde:

C1 = Costo del elemento del corte

B = Precio de la broca tricónica puesta en el terreno (US\$)

M = Total de metros perforados por la broca tricónica (m)

$$C2 = \frac{D \times T}{M} \quad [3]$$

Donde:

C2 = Costo de la operación minera

D = Costo horario del equipo de perforación (US\$/hrs)

T = Tiempo de operación del tricono (hrs)

M = Metros perforados por el tricono (mts)

El costo horario del equipo de perforación (D) está dado por:

Costo directo:

Según el sistema de costos que implemente cada empresa, es posible calcular los costos directos del equipo por hora para un periodo específico mediante:

$$CD = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n H_i} \quad [4]$$

Donde:

d_i = Costo directo (US\$)

H_i = Horas de trabajo (hrs)

En donde los costos directos comprenden:

- Costos de mano de obra (d_1)
- Costos de energía (d_2)

Determinado por:

$$\frac{\frac{\text{US\$}}{\text{Galones}}}{\frac{\text{Mes}}{\text{Horas de trab. del equipo}}} \quad [5]$$

- Costos relacionados con la mano de obra (d_3)
- Costos de columna de perforación (d_4)
- Costo de mantenimiento y reparación (d_5)
- Costos Prorratables (d_6)

Costo indirecto:

Estos costos hacen referencia a aquellos que no guardan una conexión directa con el procedimiento de perforación.

- Depreciación del equipo (d_7)
- Seguros e impuestos (d_8)
- Costo de supervisión (d_9)
- Costos de bodegas e inventarios (d_{10})

2.2.6.2. Costo total de perforación

El costo total de perforación está dado por:

$$C = C1 + C2 \quad [6]$$

Reemplazando la ecuación [2] y [3] tenemos:

$$C = \frac{B}{M} + \frac{D \times T}{M} \quad [7]$$

$$C = \frac{B + (D \times T)}{M} \quad [8]$$

Importancia de la velocidad de penetración en la obtención del costo mínimo

De acuerdo a la ecuación [7] tenemos:

$$C = \frac{B}{M} + \frac{D \times T}{M} \quad [9]$$

Replanteando la variable "T" en el denominador, se obtiene:

$$C = \frac{B}{M} + \frac{D}{\frac{M}{T}} \quad [10]$$

Pero sabemos que M/T se denomina la velocidad de penetración y se denota como ROP, luego al reemplazar en la ecuación [10], se obtiene:

$$C = \frac{B}{D} + \frac{M}{ROP}$$

Luego, de la ecuación anterior se concluye que:

$$C = (M, ROP)$$

El costo se determina en función de la cantidad de metros perforados y la velocidad de penetración alcanzada durante la perforación (es decir, la relación entre ROP y M es inversamente proporcional al costo o TDC). En otras palabras, un aumento en la

velocidad de penetración conlleva a una disminución en el costo total de perforación.

Los elementos que tienen una conexión directa o indirecta con la velocidad de penetración y los demás factores mencionados en la fórmula son:

- Propiedades del macizo rocoso.
- Broca tricónica adecuada para el terreno a perforar.
- Velocidad de barrido.
- Velocidad de salida del detrito.
- Peso aplicado sobre la broca tricónica (Empuje).
- Revoluciones por minuto de la broca tricónica (RPM).
- Análisis de desgaste de las brocas tricónicas.
- Estudios de profundidad de corte.

2.3. Definición de términos básicos.

Perforación:

Es la operación de abrir huecos (taladros) en los frentes de trabajo, esta es la actividad medida y analizada en el presente trabajo.

Reperforación:

Es la operación de abrir un taladro ya perforado (en el mismo punto o a un costado), porque estos taladros se encuentran tapados debido a las condiciones climáticas adversas.

Proyectos de perforación:

Son diferentes frentes de perforación liberados y enumerados con malla definida.

Parámetros de perforación:

Estos parámetros son una serie de medidas definidas o calculadas relacionadas con el equipo o con el proceso de perforación, (Densidad de roca, Burden, Espaciamiento, Altura promedio de perforación, Volumen por taladro,

Volumen total, Diámetro de broca, Metros perforados, # Taladros precorte, # Taladros buffer, # Taladros producción, # Total de taladros perforados).

Tiempos improductivos:

Estos tiempos está compuesto por diferentes actividades que no pertenecen a las funciones principales de perforación.

Atención – Mecánica:

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra paralizado con el motor apagado en estado malogrado recibiendo asistencia mecánica.

Demora operativa en campo:

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra paralizado con el motor encendido en estado operativo.

Espera no operativo:

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra paralizado con el motor apagado en estado operativo.

Tiempo de reperforación:

Es el tiempo durante el cual la perforadora reperfora un taladro tapado.

Traslado de un punto a otro:

Es el tiempo durante el cual la perforadora demora en trasladarse de un proyecto a otro.

Perforación Rotopercutiva:

El método de perforación a repercusión es la técnica más antigua para perforar barrenos, y su origen se alinea con el progreso industrial del siglo XIX.

Perforadoras con martillo en fondo:

Estas perforadoras difieren de aquellas con martillos en la cabeza, ya que el mecanismo de percusión, a diferencia de los martillos en cabeza, se encuentra ubicado en el interior del taladro. Este tipo de perforadora incorpora exclusivamente el sistema de percusión, mientras que los elementos

encargados de la rotación y el empuje son completamente independientes y se encuentran en la superficie.

Perforadora hidráulica FlexiROC D65:

El FlexiROC D65 es un vehículo diseñado para utilizar martillos en el fondo (DTH) y es apropiado para tareas de producción a gran escala. Además, se emplea en operaciones de precorte, circulación inversa, control de gradiente en zanjas para operaciones de minería de superficie, así como en proyectos a gran escala en canteras.

Tiempos de perforación:

Son tipos de tiempos que se clasifican de acuerdo a su correspondencia dentro de la actividad de perforación, estos tiempos pueden ser productivos e improductivos.

Tiempo de traslado:

Este es el tiempo, cuando la perforadora se traslada de un taladro a otro taladro.

Tiempo de acomodo:

Este es el tiempo, cuando la perforadora acomoda su brazo en el punto donde perforará.

Tiempo de perforación:

Este es el tiempo, cuando la perforadora realiza el taladro al macizo rocoso.

Tiempo de cambio de barreno:

Este es el tiempo, cuando la perforadora detiene la perforación para cambiar el barreno y seguir perforando.

Tiempo de desmontaje:

Este tiempo es considerando después de terminar la perforación y antes del tiempo de traslado.

Demoras operativas:

Aquí se darán dos tipos de definiciones consideradas dentro del informe.

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra paralizado con el motor encendido en estado operativo. También es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra reperfando un taladro o se encuentre trasladándose de un punto a otro.

Paradas inesperadas:

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra paralizado con el motor apagado ya sea es estado operativo o malogrado.

Tiempo total efectivo de perforación:

Es el tiempo durante el cual la perforadora se encuentra realizando sus funciones principales (Tiempo de traslado, Tiempo de acomodo, Tiempo de perforación, tiempo de cambio de barreno, tiempo de desmontaje)

Tiempo total de perforación:

Es el tiempo durante el cual se suma el “tiempo total efectivo de perforación” con las “demoras operativas”.

Tiempo total medido:

Es el tiempo durante el cual se suma el “Tiempo total de perforación” con las “Paradas Inesperadas”.

Rendimiento:

La capacidad productiva o rendimiento de una máquina se define como el número de unidades de trabajo que ejecuta en una unidad de tiempo, generalmente expresada en horas. Para realizar este cálculo, emplearemos la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades de trabajo}}{\text{Hora}}$$

Eficiencia de perforación:

El rendimiento o eficiencia de perforación se puede calcular mediante la siguiente relación.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo neto de perforación}}{\text{Tiempo efectivo de trabajo}}$$

Volumen por taladro (VPT):

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro (m}^3\text{)}$$

$$B = \text{Burden (m)}$$

$$E = \text{Espaciamiento (m)}$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación (m)}$$

Volumen total (VT):

$$VT = VPT (m^3) \times \#TTP$$

$$VT = \text{Volumen total (m}^3\text{)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro (m}^3\text{)}$$

$$\#TTP = \text{Número total de taladros perforados}$$

Metros perforados (MP):

$$MP = APP (m) \times \#TTP$$

$$MP = \text{Metros perforados (m)}$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación (m)}$$

$$\#TTP = \text{Número total de taladros perforados}$$

Número total de taladros perforados (#TTP):

$$\#TTP = \#TPC + \#TB + \#TP$$

$$\#TTP = \text{Número total de taladros perforados}$$

$$\#TPC = \text{Número de taladros precorte}$$

$$\#TB = \text{Números de taladros buffer}$$

#TP = *Números de taladros producción*

Demoras operativas (DO):

$$DO = DOC (min) + RP (min) + TPO (min)$$

$$DO = \text{Demoras operativas (min)}$$

$$DOC = \text{Demoras operativas en campo (min)}$$

$$RP = \text{Reperforación (min)}$$

$$TPO = \text{Traslado de un punto a otro (min)}$$

Paradas inesperadas (PI):

$$PI = A_M (min) + ENO (min)$$

$$PI = \text{Paradas Inesperadas (min)}$$

$$A_M = \text{Atencion – Mecánica (min)}$$

$$ENO = \text{Espera no operativa (min)}$$

Tiempo total efectivo de perforación (TTEP):

$$TTEP = (TT (min) + TA(min) + TP(min) + TCB(min) + TD(min))$$

$$\times \left(\frac{1 (hr)}{60 (min)} \right)$$

$$TTEP = \text{Tiempo total efectivo de perforación (hr)}$$

$$TT = \text{Tiempo de traslado (min)}$$

$$TA = \text{Tiempo de acomodo (min)}$$

$$TP = \text{Tiempo de perforación (min)}$$

$$TCB = \text{Tiempo cambio de barreno (min)}$$

$$TD = \text{Tiempo de desmontaje (min)}$$

Tiempo total de perforación (TTP):

$$TTP = (TT (min) + TA(min) + TP(min) + TCB(min) + TD(min)$$

$$+ DO(min)) \times \left(\frac{1 (hr)}{60 (min)} \right)$$

TTP = Tiempo total de perforación (hr)

TT = Tiempo de traslado (min)

TA = Tiempo de acomodo (min)

TP = Tiempo de perforación (min)

TCB = Tiempo cambio de barreno (min)

TD = Tiempo de desmontaje (min)

DO = Demoras operativas (min)

Tiempo total medido (TTM):

TTM = (TT (min) + TA(min) + TP(min) + TCB(min) + TD(min)

+ DO(min) + PI(min)) × $\left(\frac{1 \text{ (hr)}}{60 \text{ (min)}}\right)$

TTM = Tiempo total medido (hr)

TT = Tiempo de traslado (min)

TA = Tiempo de acomodo (min)

TP = Tiempo de perforación (min)

TCB = Tiempo cambio de barreno (min)

TD = Tiempo de desmontaje (min)

DO = Demoras operativas (min)

PI = Paradas Inesperadas (min)

Time Ready (RT):

RT = TT (min) + TA(min) + TP(min) + TCB(min) + TD(min)

RT = Tiempo Ready (min)

TT = Tiempo de traslado (min)

TA = Tiempo de acomodo (min)

TP = Tiempo de perforación (min)

$TCB = \text{Tiempo cambio de barreno (min)}$

$TD = \text{Tiempo de desmontaje (min)}$

Time Delay (DT):

$DT = ENO \text{ (min)}$

$DT = \text{Time Delay (min)}$

$ENO = \text{Espera no operativa (min)}$

Time Maint (MT):

$MT = A_M \text{ (min)}$

$MT = \text{Time Maint (min)}$

$A_M = \text{Atencion - Mecánica (min)}$

Time Stand By (STB):

$SBT = DOC \text{ (min)} + RP \text{ (min)} + TPO \text{ (min)}$

$SBT = \text{Time Stand BY (min)}$

$DOC = \text{Demoras operativas en campo (min)}$

$RP = \text{Reperforación (min)}$

$TPO = \text{Traslado de un punto a otro (min)}$

Uso (Use):

$$Use = \frac{RT \text{ (min)} + DT \text{ (min)}}{RT \text{ (min)}} \times 100(\%)$$

$RT = \text{Tiempo Ready (min)}$

$DT = \text{Time Delay (min)}$

$Use = \text{Use (\%)}$

Eficiencia operativa (EO):

$$EO = \frac{TTEP \text{ (hr)}}{TTM \text{ (hr)}} \times 100(\%)$$

$EO = \text{Eficiencia operativa (\%)}$

$TTEP = \text{Tiempo total efectivo de perforación (hr)}$

$TTM = \text{Tiempo total medido (hr)}$

Disponibilidad (Av):

$$Av = \frac{(RT \text{ (min)} + DT \text{ (min)} + SBT \text{ (min)}) \times \left(\frac{1 \text{ (hr)}}{60 \text{ (min)}}\right)}{TTM \text{ (hr)}} \times 100(\%)$$

$Av = \text{Disponibilidad (\%)}$

$RT = \text{Tiempo Ready (min)}$

$DT = \text{Time Delay (min)}$

$SBT = \text{Time Stand BY (min)}$

$TTM = \text{Tiempo total medido (hr)}$

Velocidad de perforación efectivo (VPE):

$$VPE = \frac{MP \text{ (m)}}{TTEP \text{ (hr)}}$$

$VPE = \text{Velocidad de perforación efectivo } \left(\frac{m}{hr}\right)$

$MP = \text{Metros perforados (m)}$

$TTEP = \text{Tiempo total efectivo de perforación (hr)}$

Velocidad de perforación total (VPT):

$$VPT = \frac{MP \text{ (m)}}{TTP \text{ (hr)}}$$

$VPT = \text{Velocidad de perforación efectivo } \left(\frac{m}{hr}\right)$

$MP = \text{Metros **perforados** (m)}$

$TTP = \text{Tiempo total de perforación (hr)}$

Taladros por tiempo efectivo (TPTE):

$$TPTE = \frac{\#TTP}{TTEP \text{ (hr)}}$$

$$TPTE = \text{Taladros por tiempo efectivo} \left(\frac{tl}{hr} \right)$$

#TTP = Número total de taladros perforados

TTEP = Tiempo total efectivo de perforación (hr)

Taladros por tiempo total (TPTT):

$$TPTT = \frac{\#TTP}{TTP (hr)}$$

$$TPTT = \text{Taladros por tiempo total} \left(\frac{tl}{hr} \right)$$

#TTP = Número total de taladros perforados

TTP = Tiempo total de perforación (hr)

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará progresivamente la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.
- La utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variables independientes

Utilización de la perforadora FlexiROC D65.

2.5.2. Variables dependientes

Incrementar la productividad durante el proceso de perforación.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla 03. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
V. Independiente Utilización de la perforadora FlexiROC D65.	La utilización de una perforadora FlexiROC D65 puede variar según el contexto, pero generalmente se busca aprovechar sus características y capacidades técnicas para llevar a cabo de manera eficiente y precisa los procesos de perforación requeridos en una determinada industria o proyecto.	La perforadora FlexiROC D65 es un equipo que sirve para diversas actividades de perforación a cielo abierto, como la perforación en minería, construcción y/o exploración geológica.	Rendimiento	NT/MIN
			Numero de taladros	Und
			Tiempo	Min
V. Dependiente Incrementar la productividad durante el proceso de perforación	Aumentar la eficiencia y la producción en un proceso o actividad, logrando más resultados con los mismos recursos y en menos tiempo.	Optimización en cuanto a producción proyectada por la velocidad y capacidad de perforación en tajo a cielo abierto.	Ciclo de perforación	Nt/Min
			Productividad	Tal/hr
			Eficiencia	%

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es BÁSICA, porque se tomarán y se analizarán los datos y antecedentes que fueron obtenidos por la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. para poder observar y determinar la productividad que producen a la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. en sus operaciones en la Unidad Minera Atacocha.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es de carácter DESCRIPTIVO, debido a que se obtendrán y analizarán los datos históricos y presentes de los rendimientos de las perforadoras (DO1500i, DX 800 y la FlexiROC D65) para luego ver el incremento de la productividad.

3.3. Métodos de investigación

La presente investigación es de metodología DESCRIPTIVA, en el cual se busca especificar las propiedades importantes por medio de la observación que será sometido al análisis para hallar lo óptimo en base a la eficiencia y productividad de los equipos de la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C. en sus operaciones en la Unidad Minera Atacocha.

3.4. Diseño de investigación

Siendo el diseño de investigación CORRELACIONAL, debido que se relacionaran la variable independiente y variable dependiente. En la investigación se tomarán datos sobre el rendimiento operativos de las perforadoras (DO1500i, DX 800 y la FlexiROC D65); todo con el objetivo de analizar sus comportamientos, y así determinar el efecto en las variables.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En este presente estudio la población estará conformada por los equipos perforadoras de la empresa Nexa Resources, en la Unidad Minera Atacocha S.A.A.

3.5.2. Muestra

La muestra está compuesta por seis pruebas de perforaciones, con los equipos FlexiROC D65, DX 800 y DP1500i en el tajo abierto San Gerardo en la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

La técnica de la presente investigación es de observación, para el análisis de la información generada por la recopilación de información, verificación en el proceso de perforación.

Instrumento:

Entre los instrumentos de recolección de datos fueron contemplados por reportes de perforación, cuya finalidad será analizar los resultados y tendencias de perforaciones.

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

Selección de datos.

Con el objetivo de garantizar la confiabilidad de nuestros instrumentos, llevamos a cabo pruebas utilizando los equipos FlexiROC D65, DX 800 y DP1500i, generando un reporte detallado sobre su efectividad. Posteriormente, sometimos los resultados al análisis estadístico de fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, revelando que la fiabilidad es considerada aceptable y buena.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

En este estudio de investigación, se comenzó con la recopilación de datos, tabulación de las mismas y se optó por utilizar el software SPSS V27 para este proceso. En la fase de análisis estadístico, se llevará a cabo un tratamiento descriptivo e inferencial de los datos, presentando los resultados a través de tablas y gráficos estadísticos.

3.9. Tratamiento Estadístico.

Se utilizará Microsoft Excel, porque nos permitirá procesar y analizar las variables tales como:

- Digitalización de datos
- Procesamiento de datos tomados en el campo.
- Tablas y gráficos con frecuencias y porcentajes.
- Elaboración del reporte final de la investigación.
- Presentación del reporte final de la investigación.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.

En el desarrollo de la investigación, se aplican los procedimientos pertinentes en concordancia con el marco de valores éticos establecido,

asegurando en todo momento la correcta atribución de nuestras fuentes de información de referencia

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Nexa Atacocha se estableció en febrero de 1936 con el propósito de llevar a cabo operaciones relacionadas con la extracción, concentración y venta de minerales, especialmente de zinc, cobre y plomo, que incluyen contenidos de plata (polimetálicos). Estos minerales son obtenidos de minas y/o concesiones de su propiedad o aquellas que han sido arrendadas. Luego que Nexa Perú adquiriera el control de la empresa en el 2008, la unidad minera Atacocha (“Atacocha”) inició en el 2013 un proceso de integración con la unidad minera El Porvenir, en lo que hoy se denomina Complejo Minero Pasco.

A partir del 10 de noviembre de 2008, Nexa Atacocha forma parte del Grupo Nexa, luego que Nexa Perú adquiriera 100% de las acciones de Nexa Resources El Porvenir S.A.C. (antes Milpo Andina Perú S.A.C.), actual accionista con 91.00% de las acciones con derecho a voto (clase A) de la Compañía. Nexa Atacocha es controlada indirectamente por el Grupo Votorantim (hoy denominado Grupo Nexa), actualmente titular indirecto de 80.24% de las acciones de Nexa Perú.

Nexa Resources gestiona cinco minas polimetálicas, de las cuales tres están ubicadas en los Andes centrales de Perú (Cerro Lindo, El Porvenir y Atacocha), mientras que las otras dos se encuentran en el estado de Minas Gerais, Brasil (Vazante y Morro Agudo). Estas operaciones incluyen minas a tajo abierto y subterráneas, siendo de gran escala y cuentan con tecnología moderna y mecanizada. En el año 2018, estas minas produjeron un total de 556 mil toneladas de zinc equivalente. Tanto Cerro Lindo como Vazante se destacan entre las 15 minas de zinc más grandes a nivel mundial, y, junto con las demás operaciones mineras, posicionan a Nexa Resources entre los cinco principales productores de zinc en el mundo, según Wood Mackenzie.

Además, cuentan con tres instalaciones de fundición de zinc: una en Perú (Cajamarquilla) y dos en Brasil (Três Marias y Juiz de Fora), las cuales generan zinc metálico, óxido de zinc y subproductos. Cajamarquilla representa la única operación de fundición de zinc en Perú y se clasifica como la séptima más grande a nivel mundial en términos de volumen producido, según un estudio de Wood Mackenzie con datos de 2018. En el transcurso de dicho año, estas fundiciones produjeron un total de 639 mil toneladas, de las cuales 608 mil correspondieron a zinc metálico y 31 mil a óxido de zinc.

La sede principal de Nexa está ubicada en Luxemburgo, con oficinas administrativas en las ciudades de São Paulo (Brasil) y Lima (Perú). Además, cuentan con oficinas comerciales en Brasil, Perú, Estados Unidos, Austria y China.

En diciembre de 2018, se concedió la autorización para instalar el Proyecto Aripuanã en el estado de Mato Grosso. La construcción de este proyecto está programada para comenzar en el primer trimestre de 2019, con el inicio de las operaciones previsto para 2021. Cabe destacar que este cronograma se vio afectado recientemente debido a la pandemia mundial.

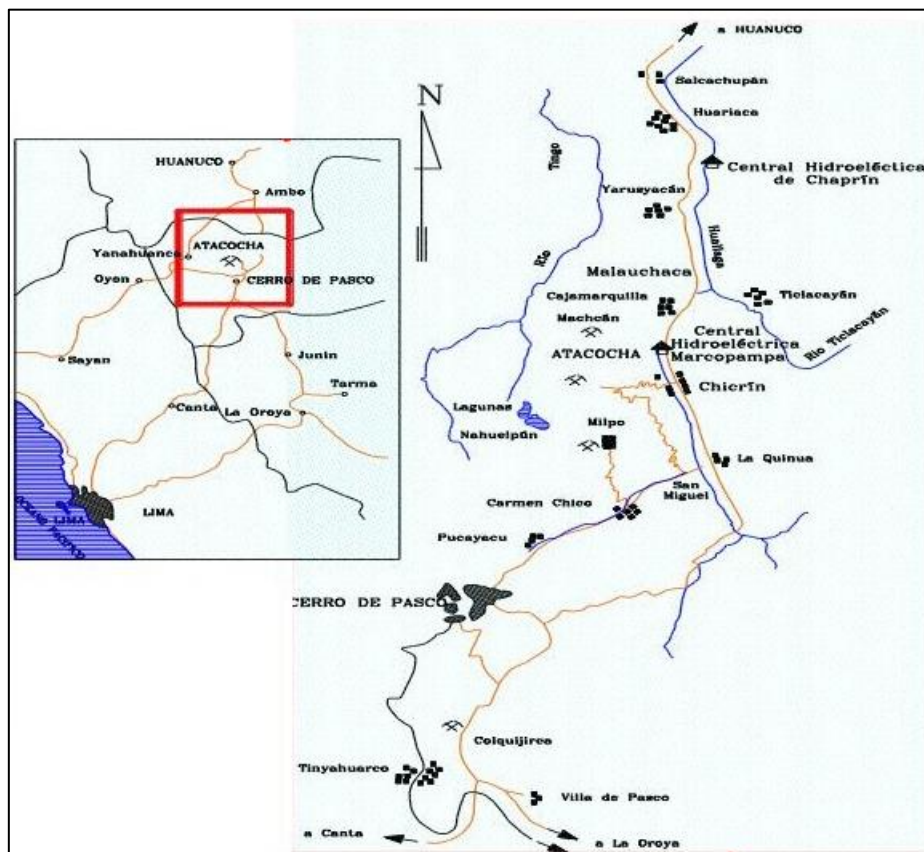
En el año 2018, se generó un ingreso neto de 2,5 mil millones de dólares, lo que representa un aumento del 1,7% en comparación con el resultado del año anterior, que fue de 2,4 mil millones de dólares. El EBITDA ajustado alcanzó los 605 millones de dólares, en contraste con los 668 millones del año anterior. Al finalizar el año, la empresa contaba con un total de 5,591 empleados propios y 11,345 contratistas de terceros.

En el transcurso del año 2023, se alcanzó una producción de 31 mil toneladas de zinc equivalente en la unidad, manteniendo un nivel similar al registrado en el año 2022.

4.1.1. Ubicación

Se encuentra ubicado en el distrito de San Francisco de Yarusyacán, provincia de Pasco y en el departamento de Pasco. De coordenadas UTM promedio N 8'831,1009 y E 367,565".

Figura 10. Plano de localización de la Unidad Minera Atacocha.



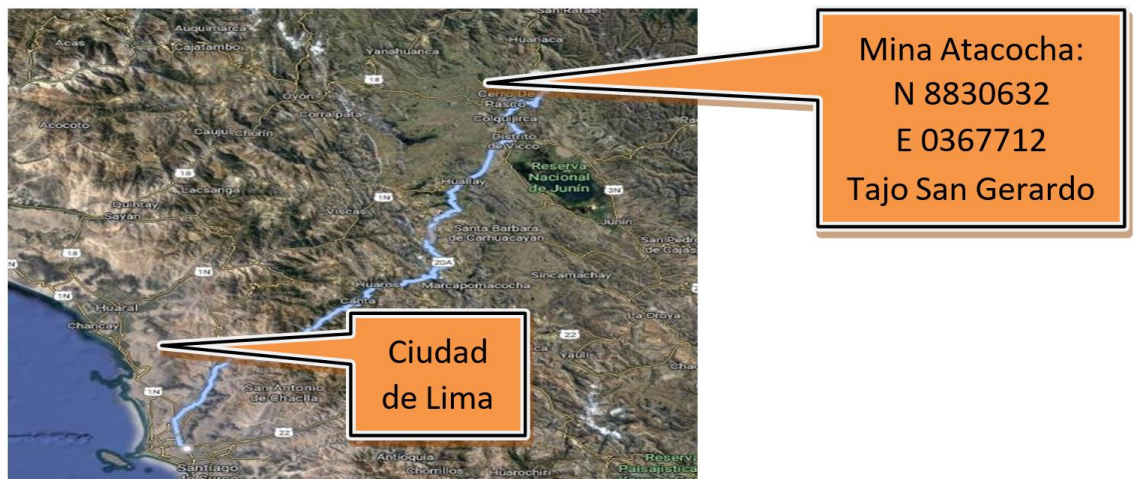
4.1.2. Accesos

El acceso a la unidad minera Nexa Resources Unidad Minera Atacocha y tajo San Gerardo.

Tabla 04. Accesibilidad.

RUTA	DISTANCIA (Km)
Lima - Chosica	18.5
Chosica - Oroya	146.3
Oroya – Junín	65.2
Junín – Colquijirca	60.4
Colquijirca – Chicrín (oficinas)	37.8
Chicrín – Tajo San Gerardo	4.5
TOTAL	332.7

Figura 11. Ruta a la Unidad Minera Atacocha (tajo San Gerardo), desde la ciudad Lima.



4.1.3. Clima

La región se caracteriza por un clima frío y seco, propio de la sierra peruana. Las precipitaciones, que incluyen lluvias, granizadas y nieve, se experimentan durante aproximadamente cuatro a cinco meses al año. Las

temperaturas presentan variaciones entre 5 y 25 °C tanto de día como de noche, resultando en una temperatura promedio anual de 11,5 °C.

4.1.4. Topografía

La topografía se distingue por presentar relieves ascendentes que alcanzan altitudes de hasta 4,500 metros. En la superficie, se pueden identificar tres áreas morfológicas claramente diferenciadas: la puna, la zona de cordillera y los valles periglaciales.

4.1.5. Geología

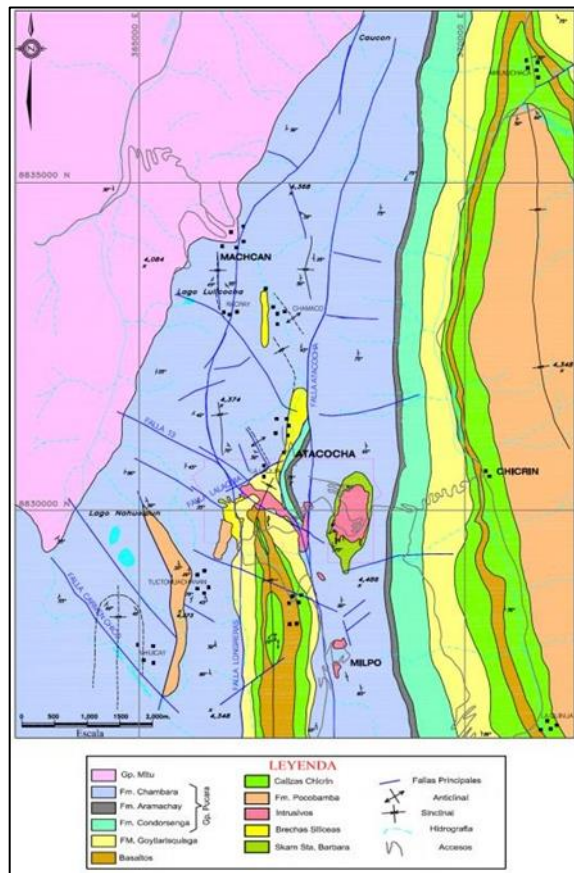
4.1.5.1. Geología regional

La región mineralizada o depósito está ubicada en los Andes Centrales del Perú. Desde una perspectiva geológica regional, el área está compuesta por una diversidad de rocas metamórficas, sedimentarias e intrusivas, las cuales se encuentran separadas por discordancias resultantes de procesos erosivos.

La secuencia estratigráfica en cuestión, que abarca a nivel regional, comprende el Grupo Mitu, el Grupo Pucará, la Formación Goyllarisquizga y la Formación Pocobamba. Estas estratigrafías han sido identificadas en varias ubicaciones mediante sistemas de intrusiones categorizadas en generaciones de edades distintas (11-15 Ma y 25-30 Ma).

Ambos conjuntos de intrusiones serán identificados en dos corredores estructurales específicos: el corredor estructural occidental, que se extiende desde Cerro de Pasco hasta Colquijirca en la meseta de Junín, y el corredor estructural oriental, que se origina desde Milpo hasta Atacocha, con orientación hacia la vertiente este de los valles amazónicos.

Figura 12. Plano geológico regional de la unidad minera Atacocha.



4.1.5.2. Geología local

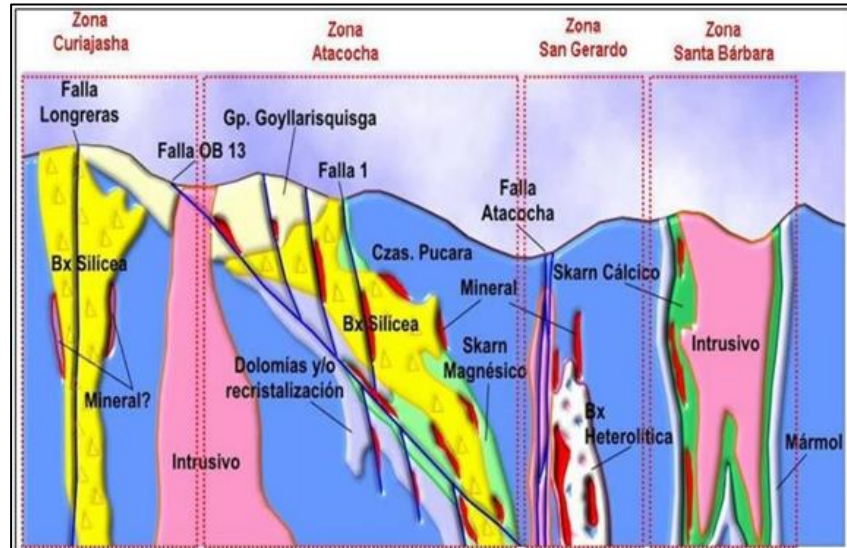
En la zona de Atacocha, predominan principalmente los afloramientos de rocas clásticas y sedimentarias de la era mesozoica, las cuales se han depositado en la conocida cuenca de Pucará. Además, se observan en gran medida afloramientos de rocas subvolcánicas de la época terciaria, conocidas como pequeños stocks.

4.1.5.3. Geología estructural

En una representación geológica en sección, al observar las relaciones de los cortes, es posible visualizar secuencias de eventos que ocurrieron después de las intrusiones porfídicas. El modelo ilustrado en la imagen siguiente puede ser interpretado como el resultado de la segregación de fluidos hidrotermales de origen

magmático, los cuales se originaron en varios focos, correspondientes a apófisis en la cima de una extensa cámara magmática.

Figura 13. Sección geológica esquemática del Yacimiento de Atacocha.



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Se realizaron seis pruebas de perforación con los tres equipos de forma estratégica entre los meses de agosto y noviembre del 2023, el cual comprende una cantidad apropiada de elementos para un análisis inicial y conceptual de esta operación unitaria, en este subcapítulo se describirán las cantidades y los principales puntos de análisis en cada campo que se realizara.

Tabla 05. Cantidad de datos de perforación.

	Numero de taladros perforados
Cantidad	176

En la tabla 05 nos muestra la cantidad de taladros perforados con los tres equipos de estudio, y será adjuntado en anexo del presente trabajo de investigación.

Tabla 06. *Cantidad de datos por equipos.*

Equipos	Numero de taladros perforados
DP1500i	56
DX 800	39
FlexiROC D65	81

En la tabla 06 podemos observar la cantidad de taladros perforados con los equipos de estudio, el cual será detallado en rendimiento y su efectividad líneas abajo.

Tabla 07. *Cantidad de datos por unidad geológica.*

Litología	Numero de taladros perforados
Caliza, Mármol, Brecha	85
Arenisca, Dacita, Pórfido	45
Arenisca, Limolita, Conglomerado	46

En la tabla 07 vemos la cantidad de taladros perforados separados por su litología, el cual nos servirá para la verificación del tipo de roca que se observará en cada prueba que se realizará.

Tabla 08. *Cantidad de datos por banco.*

Banco	Numero de taladros perforados
4246	109
4324	67

En la tabla 08 observamos la cantidad de taladros perforados según Banco, el cual nos sirve para tener referencia del área de perforación según el presente trabajo de investigación.

Tabla 09. *Cantidad de datos por tipo de taladros.*

Tipo de taladro	Numero de taladros perforados
Producción	155
Buffer	5
Precorte	16

En la tabla 09 nos muestra la cantidad de taladros perforados según el tipo de taladro, el cual contaremos con tres tipos: Producción, Buffer y Precorte. El de mayor utilidad será de producción para el estudio que realizaremos.

Tabla 10. *Cantidad de datos por tipo de pruebas.*

Pruebas	Numero de taladros perforados
Prueba 01	46
Prueba 02	35
Prueba 03	21
Prueba 04	18
Prueba 05	32
Prueba 06	24

En la tabla 10 nos muestra la cantidad de taladros perforados que se realizara en cada prueba, Se realizaran seis pruebas divididas de forma equitativa (dos pruebas por equipo de perforación).

4.2.1. Perforación con equipo FlexiROC D65

Las perforaciones con el FlexiROC D65 se realizaron la prueba 01 y prueba 02, realizado en agosto y setiembre del 2023, en la fase 03 y 02, banco 4324 y 4246, unidad geológica Arenisca con Limolita (UG-02) y Caliza con Mármol (UG-03) respectivamente, los datos se muestran a continuación.

4.2.1.1. Descripción de datos

Tabla 11. Reporte de perforación de la prueba 01.

DATOS GENERALES		
FASE	3	USC (MPa)
BANCO	4324	75 ± 7
MATERIAL	Arenisca, Limolita	GSI
GUARDIA (A, B, C)	-	47 ± 8
TURNO	Día	RQD (%)
FECHA	25/08/2023	50 ± 5
HORA INICIO	07:00:00	REST. TRAC. (MPa)
HORA FIN	18:00:00	30 ± 0.5
OPERADOR	-	V ONDA (m/s)
EQUIPO	RK-004	2539
MODELO	FLEXIROC D65	P. ESPECIFICO (KN/m3)
SUPERVISOR	Santiago Agreda	24.5

Tabla 12. Reporte de perforación de la prueba 02.

<i>DATOS GENERALES</i>		
<i>FASE</i>	2	<i>USC (MPa)</i>
<i>BANCO</i>	4246	130 ± 5
<i>MATERIAL</i>	Caliza, Mármol	<i>GSI</i>
<i>GUARDIA (A, B, C)</i>	C	55 ± 5
<i>TURNO</i>	Día	<i>RQD (%)</i>
<i>FECHA</i>	13/09/2023	60 ± 5
<i>HORA INICIO</i>	07:00:00	<i>REST. TRAC. (MPa)</i>
<i>HORA FIN</i>	18:00:00	7.0 ± 0.5
<i>OPERADOR</i>	Silvano Huamán	<i>V ONDA (m/s)</i>
<i>EQUIPO</i>	RK-004	6032
<i>MODELO</i>	FLEXIROC D65	<i>P. ESPECIFICO (KN/m3)</i>
<i>SUPERVISOR</i>	Santiago Agreda	26.6

4.2.1.2. Parámetros

En las Tabla 13 y Tabla 14 observamos los “Parámetros Generales” (Densidad de roca, Burden, Espaciamiento, Diámetro de broca, # Taladros buffer, # Taladros producción), definidos en la Malla de Perforación correspondiente a su proyecto y “Parámetros Calculados” (Altura promedio de perforación, Volumen por taladro, Volumen total, Metros perforados, # Total de taladros perforados).

Tabla 13. *Parámetros de perforación de la prueba 01.*

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m3	2.45
Burden (B)	m	4
Espaciamiento (E)	m	4.6
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.8
Volumen por taladro (VPT)	m3	125.12
Volumen total (VT)	m3	5755.52
Diámetro de broca (DB)	pulg	5
Metros perforados (MP)	m	312.8
# Taladros buffer (#TB)	unidades	0
# Taladros producción (#TP)	unidades	46
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	46

Tabla 14. *Parámetros de perforación de la prueba 02.*

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m3	2.66
Burden (B)	m	3.60
Espaciamiento (E)	m	4.20
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.94
Volumen por taladro (VPT)	m3	104.93
Volumen total (VT)	m3	3672.40
Diámetro de broca (DB)	pulg	5.00
Metros perforados (MP)	m	242.88
# Taladros precorte (#TPC)	unidades	0.00
# Taladros buffer (#TB)	unidades	0.00
# Taladros producción (#TP)	unidades	35.00
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	35.00

4.2.1.3. Tiempo acumulado de perforación

En la Tabla 15 y Tabla 17 se observan los tiempos improductivos tomados en el campo, estos están divididos en cinco partes de acuerdo al tipo de improductivo que representa (Atención – Mecánica, Demora operativa en campo, Espera no operativo, Reperforación, Traslado de un punto a otro).

En la Tabla 16 y Tabla 18 se observan tiempos de perforación tomados en el campo las cuales son (Tiempo de traslado, Tiempo de acomodo, Tiempo de perforación, Tiempo de desmontaje) y tiempos calculados a partir de estos y de improductivos.

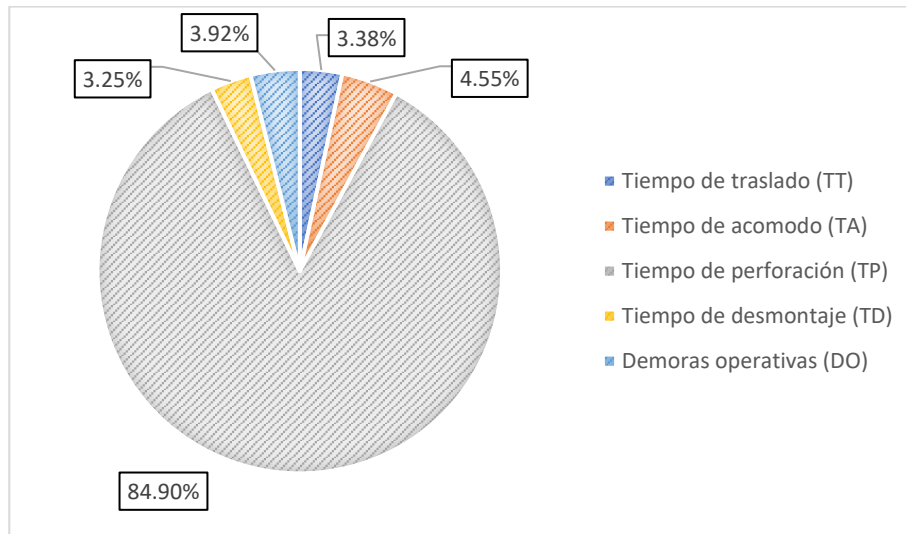
Tabla 15. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 01.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	210.38
Demora operativa en campo (DOC)	min	12.79
Espera no operativo (ENO)	min	54.02
Reperforación (RP)	min	0.00
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	0.00

Tabla 16. *Tiempo total en perforación de la prueba 01.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	11.03
Tiempo de acomodo (TA)	min	14.85
Tiempo de perforación (TP)	min	277.15
Tiempo de desmontaje (TD)	min	10.62
Demoras operativas (DO)	min	12.79
Paradas inesperadas (PI)	min	264.41
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	5.23
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	5.44
Tiempo total medido (TTM)	hr	9.85

Gráfica 05. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 01.*



En el presente gráfico 5 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” a partir de la Tabla 16, la observación que se puede hacer aquí es que la demora operativa solo representa el 3.92% del tiempo de perforación total.

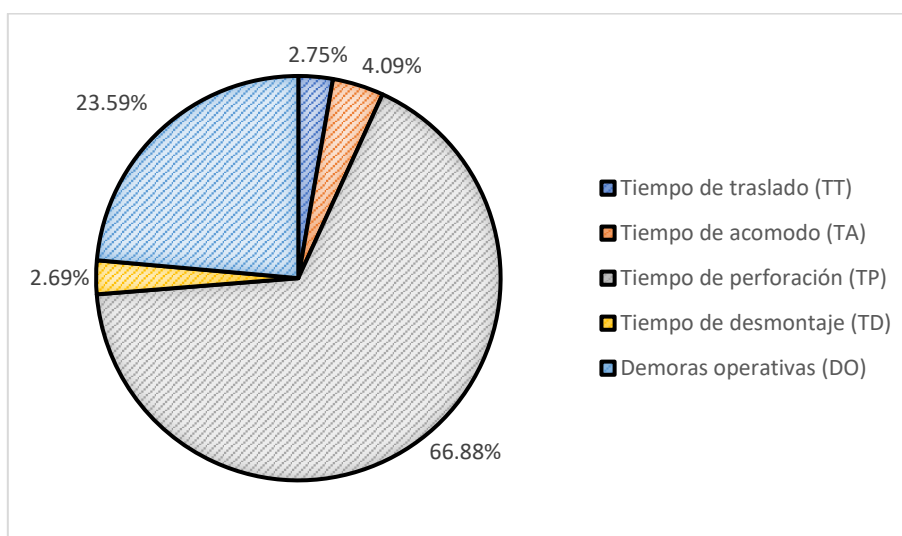
Tabla 17. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 02.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	15.18
Demora operativa en campo (DOC)	min	7.15
Espera no operativo (ENO)	min	237.92
Reperforación (RP)	min	79.87
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	0.00

Tabla 18. *Tiempo total en perforación de la prueba 02.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	10.13
Tiempo de acomodo (TA)	min	15.10
Tiempo de perforación (TP)	min	246.75
Tiempo de cambio de barreno (TCB)	min	0.00
Tiempo de desmontaje (TD)	min	9.92
Demoras operativas (DO)	min	87.02
Paradas inesperadas (PI)	min	253.10
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	4.70
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	6.15
Tiempo total medido (TTM)	hr	10.37

Gráfica 06. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 02.*



En el presente gráfico 6 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” en base a la Tabla 18, la observación que se puede hacer aquí es que la demora operativa representa un 23.59% del tiempo de perforación total.

4.2.1.4. Ciclo de perforación

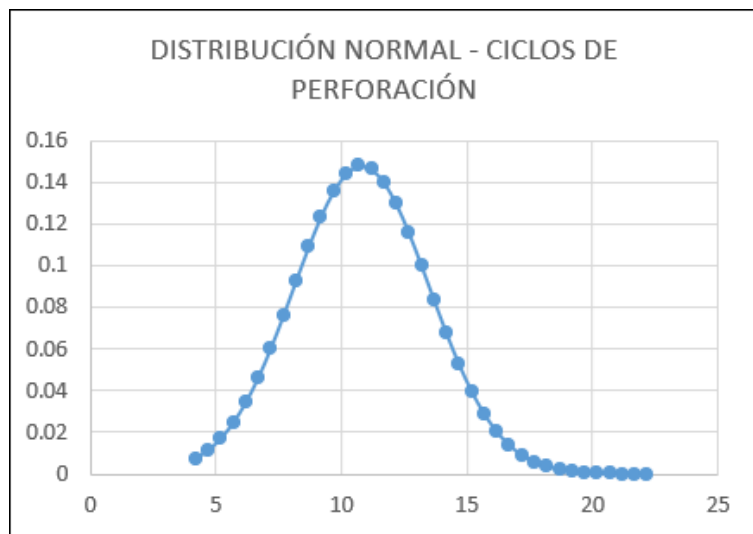
En el Grafico 7, Grafico 8 y Grafico 9, Grafico 10 se observa la comparación de la distribución normal con los datos reales de los ciclos de perforación.

Tabla 19. Ciclos de perforación promedio de la prueba 01.

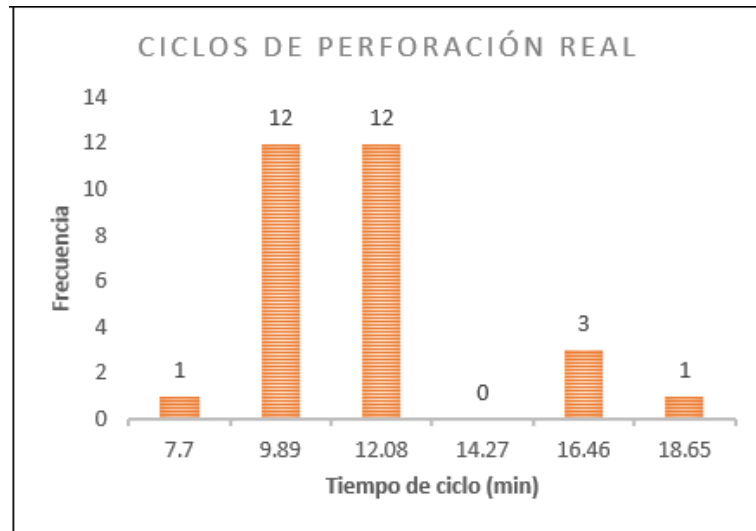
Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
10.82	2.699173584	18.65	7.70

En la Tabla 19 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en material Arenisca con Limolita es de 10.82 ± 2.7 minutos.

Gráfica 07. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 01.



Gráfica 08. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 01.



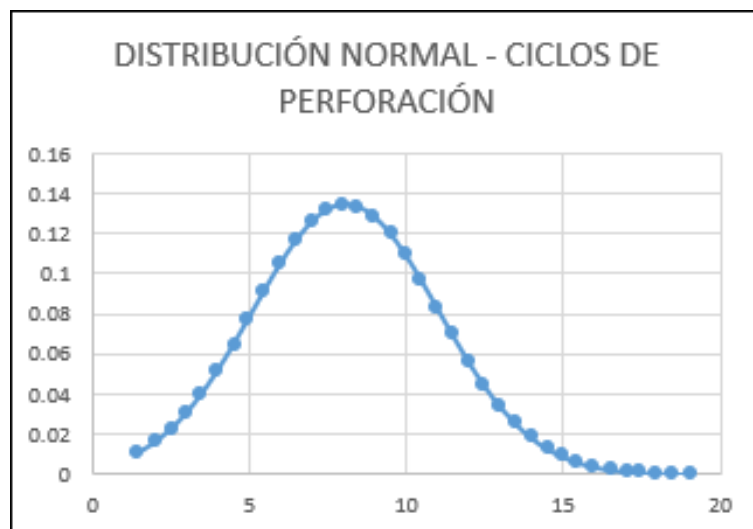
Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real no es normal, presenta sesgos hacia la derecha.

Tabla 20. Ciclos de perforación promedio de la prueba 02.

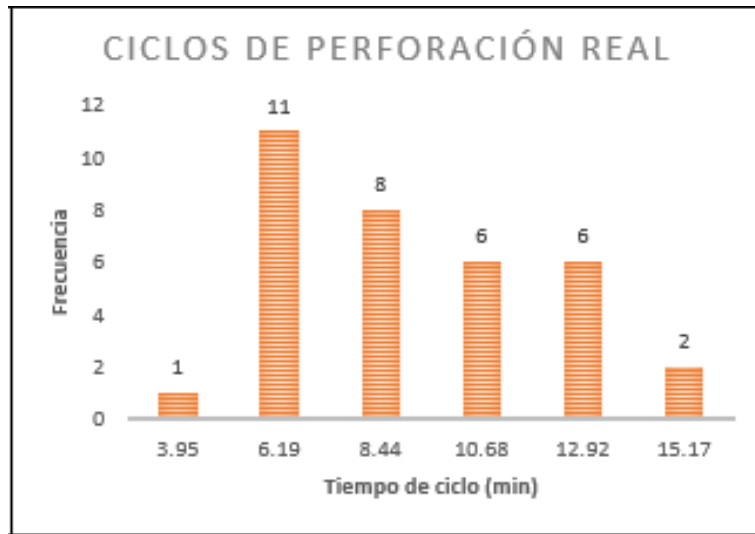
Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
8.05	2.962684429	15.17	3.95

En la Tabla 20 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en material de Caliza con Mármol es de 8.05 ± 3.00 minutos.

Gráfica 09. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 02.



Gráfica 10. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 02.



Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real no es normal, presenta sesgos hacia la izquierda.

4.2.1.5. Rendimiento

A continuación, se presentan la Tabla 21 y Tabla 22, mostrando los rendimientos calculados a partir de los tiempos productivos e improductivos

Tabla 21. Rendimientos de perforación de la prueba 01.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	313.64
Time Delay (DT)	min	54.02
Time Stand by (SBT)	min	12.79
Time Maint (MT)	min	210.38
Uso (Use)	%	85.31%
Disponibilidad (Av)	%	64.39%
Eficiencia Operativa (EO)	%	83%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	59.84
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	57.49
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	8.80
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	8.45

Tabla 22. Rendimientos de perforación de la prueba 02.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	281.90
Time Delay (DT)	min	237.92
Time Stand by (SBT)	min	87.02
Time Maint (MT)	min	15.18
Uso (Use)	%	98%
Disponibilidad (Av)	%	54.23%
Eficiencia Operativa (EO)	%	75%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	51.70
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	39.50
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	7.45
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	5.69

4.2.2. Perforación con equipo DX 800

Las perforaciones con la DX 800 se realizaron la prueba 03 y prueba 04 en el mes de setiembre y octubre del 2023, en la Tabla 23 y Tabla 24 se detallan los datos generales de estas actividades a continuación.

4.2.2.1. Descripción de datos

Tabla 23. Reporte de perforación de la prueba 03.

<i>DATOS GENERALES</i>		
FASE	3	USC (MPa)
BANCO	4324	85 ± 5
MATERIAL	Arenisca, Dacita, Pórfido	GSI
GUARDIA (A, B, C)	-	40 ± 5
TURNO	Día	RQD (%)
FECHA	20/09/2023	43 ± 5
HORA INICIO	07:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)
HORA FIN	18:00:00	2.5 ± 0.5
OPERADOR	-	V ONDA (m/s)
EQUIPO	-	2539
MODELO	DX 800	P. ESPECIFICO (KN/m3)
SUPERVISOR	Santiago Agreda	24.5

Tabla 24. Reporte de perforación de la prueba 04.

<i>DATOS GENERALES</i>		
FASE	2	USC (MPa)
BANCO	4246	130 ± 5
MATERIAL	Caliza, Mármol	GSI
GUARDIA (A, B, C)	-	55 ± 5
TURNO	Día	RQD (%)
FECHA	10/10/2023	60 ± 5
HORA INICIO	07:00:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)
HORA FIN	18:00:00 p.m.	7.0 ± 0.5
OPERADOR	-	V ONDA (m/s)
EQUIPO	-	6032
MODELO	DX 800	P. ESPECIFICO

		(KN/m3)
SUPERVISOR	Santiago Agreda	26.6

4.2.2.2. Parámetros

En las Tabla 25 y Tabla 26 observamos los “Parámetros Generales” (Densidad de roca, Burden, Espaciamiento, Diámetro de broca, # Taladros buffer, # Taladros producción), definidos en la Malla de Perforación correspondiente a su proyecto y “Parámetros Calculados” (Altura promedio de perforación, Volumen por taladro, Volumen total, Metros perforados, # Total de taladros perforados).

Tabla 25. *Parámetros de perforación de la prueba 03.*

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m3	2.45
Burden (B)	m	2.18
Espaciamiento (E)	m	1.5
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.8
Volumen por taladro (VPT)	m3	22.24
Volumen total (VT)	m3	466.96
Diámetro de broca (DB)	pulg	5.00
Metros perforados (MP)	m	142.80
# Taladros precorte (#TPC)	unidades	16
# Taladros buffer (#TB)	unidades	5
# Taladros producción (#TP)	unidades	0
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	21.00

Tabla 26. Parámetros de perforación de la prueba 04.

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m ³	2.66
Burden (B)	m	3.60
Espaciamiento (E)	m	4.20
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.56
Volumen por taladro (VPT)	m ³	99.23
Volumen total (VT)	m ³	1786.18
Diámetro de broca (DB)	pulg	5.00
Metros perforados (MP)	m	118.13
# Taladros precorte (#TPC)	unidades	0.00
# Taladros buffer (#TB)	unidades	0.00
# Taladros producción (#TP)	unidades	18.00
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	18.00

4.2.2.3. Tiempo acumulado de perforación

En la Tabla 27 y Tabla 29 se observan los tiempos improductivos tomados en el campo, estos están divididos en cinco partes de acuerdo al tipo de improductivo que representa (Atención – Mecánica, Demora operativa en campo, Espera no operativo, Reperforación, Traslado de un punto a otro).

En la Tabla 28 y Tabla 30 se observan tiempos de perforación tomados en el campo las cuales son (Tiempo de traslado, Tiempo de acomodo, Tiempo de perforación, Tiempo de desmontaje) y tiempos calculados a partir de estos y de improductivos.

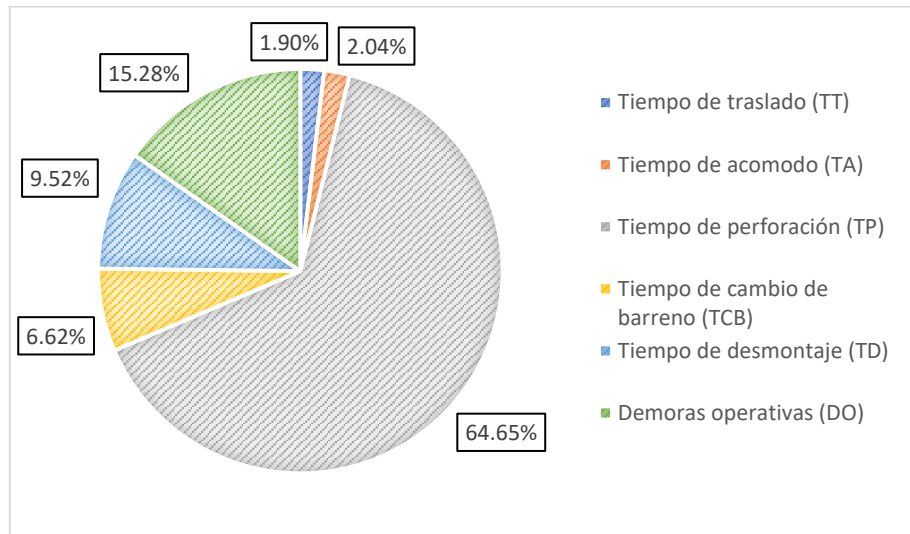
Tabla 27. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 03.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	56.17
Demora operativa en campo (DOC)	min	9.26
Espera no operativo (ENO)	min	62.02
Reperforación (RP)	min	0.00
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	69.08

Tabla 28. *Tiempo total en perforación de la prueba 03.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	9.73
Tiempo de acomodo (TA)	min	10.45
Tiempo de perforación (TP)	min	331.60
Tiempo de cambio de barreno	min	33.93
Tiempo de desmontaje (TD)	min	48.85
Demoras operativas (DO)	min	78.35
Paradas inesperadas (PI)	hr	118.19
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	7.24
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	8.55
Tiempo total medido (TTM)	hr	10.52

Gráfica 11. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 03.*



En el presente gráfico 11 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” a partir de la Tabla 27, la observación que se puede hacer aquí es la demora operativa representa un 15.28% del tiempo de perforación total.

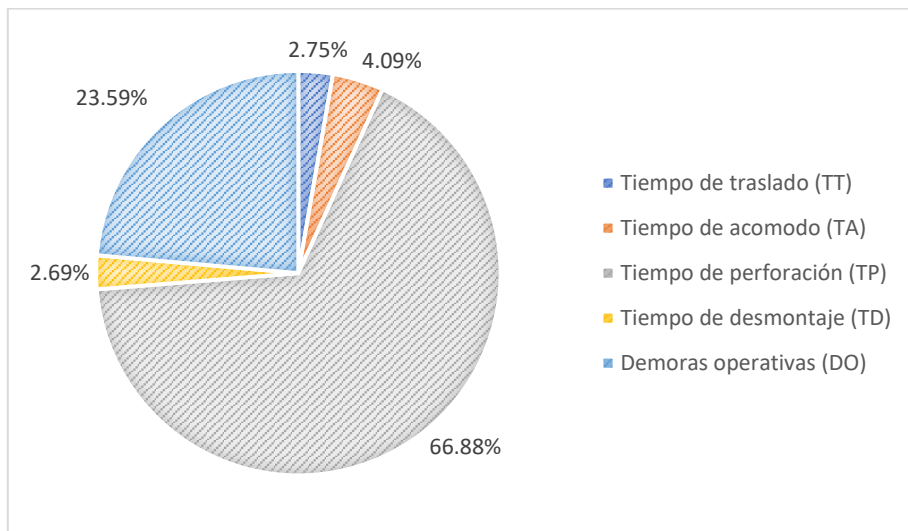
Tabla 29. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 04.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	145.37
Demora operativa en campo (DOC)	min	0.00
Espera no operativo (ENO)	min	26.30
Reperforación (RP)	min	68.83
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	98.92

Tabla 30. *Tiempo total en perforación de la prueba 04.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	13.42
Tiempo de acomodo (TA)	min	19.58
Tiempo de perforación (TP)	min	151.62
Tiempo de cambio de barreno (TCB)	min	16.48
Tiempo de desmontaje (TD)	min	27.10
Demoras operativas (DO)	min	167.75
Paradas inesperadas (PI)	min	171.67
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	3.80
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	6.60
Tiempo total medido (TTM)	hr	9.46

Gráfica 12. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 04.*



En el presente gráfico 12 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” en base a la Tabla 29, la observación que se puede hacer aquí es la demora operativa, representa un 42.37% del tiempo de perforación total.

4.2.2.4. Ciclo de perforación

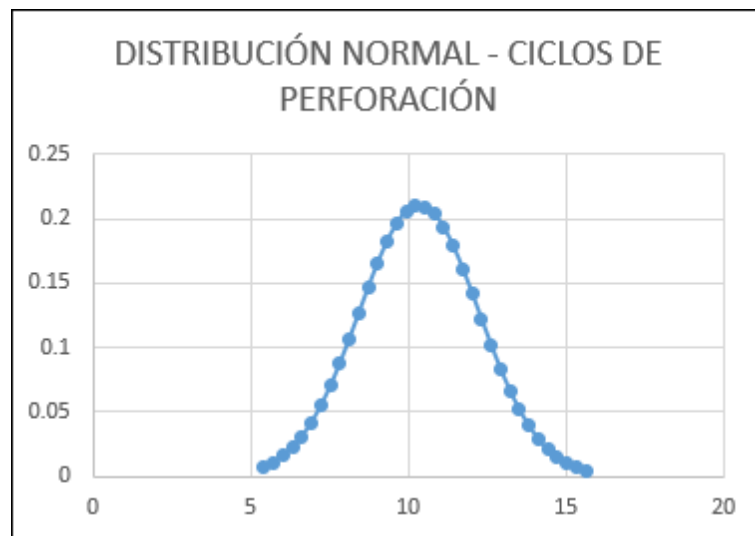
En el Grafico 13, Grafico 14 y Grafico 15, Grafico 16 se observa la comparación de la distribución normal con los datos reales de los ciclos de perforación.

Tabla 31. Ciclos de perforación promedio de la prueba 03.

Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
10.35	1.900863065	14.05	6.93

En la Tabla 31 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en material de Arenisca con Dacita es de 10.35 ± 1.9 minutos.

Gráfica 13. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 03.



Gráfica 14. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 03.



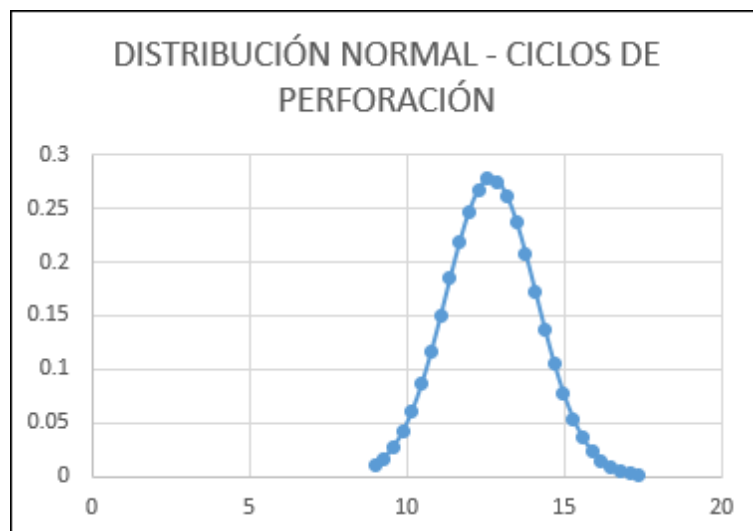
Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real es normal.

Tabla 32. Ciclos de perforación promedio de la prueba 04.

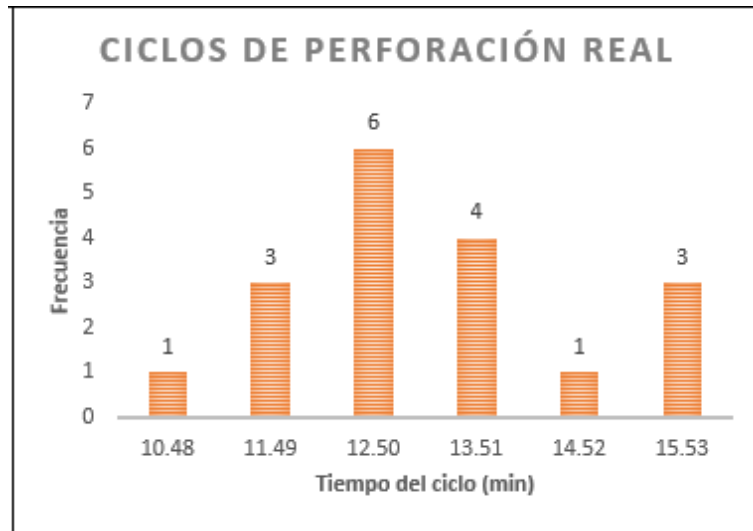
Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
12.68	1.434635498	15.53	10.48

En la Tabla 32 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en material de Caliza con Mármol es de 12.68 ± 1.4 minutos.

Gráfica 15. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 04.



Gráfica 16. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 04.



Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real es normal.

4.2.2.5. Rendimiento

A continuación, se presentan la Tabla 33 y Tabla 34, mostrando los rendimientos calculados a partir de los tiempos productivos e improductivos

Tabla 33. Rendimientos de perforación de la prueba 03.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	434.56
Time Delay (DT)	min	62.02
Time Stand by (SBT)	min	78.35
Time Maint (MT)	min	56.17
Uso (Use)	%	87.51%
Disponibilidad (Av)	%	91%
Eficiencia Operativa (EO)	%	69%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	19.72
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	16.70
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	2.90
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	2.46

Tabla 34. Rendimientos de perforación de la prueba 04.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	228.2
Time Delay (DT)	min	26.3
Time Stand by (SBT)	min	167.75
Time Maint (MT)	min	145.37
Uso (Use)	%	89.67%
Disponibilidad (Av)	%	74%
Eficiencia Operativa (EO)	%	40%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	31.06
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	17.9
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	4.73
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	2.73

4.2.3. Perforación con equipo DP1500i

Las perforaciones con la DP1500i se realizaron la prueba 05 y prueba 06 en el mes de octubre y noviembre del 2023, en la Tabla 35 y Tabla 36 se detallan los datos generales de estas actividades a continuación.

4.2.3.1. Descripción de datos

Tabla 35. Reporte de perforación de la prueba 05.

DATOS GENERALES		
FASE	2	USC (MPa)
BANCO	4246	130 ± 5
MATERIAL	Caliza, Mármol	GSI
GUARDIA (A, B, C)	B	55 ± 5
TURNO	Día	RQD (%)
FECHA	21/10/2023	60 ± 5
HORA INICIO	07:00:00	REST. TRAC. (MPa)
HORA FIN	18:00:00	7.0 ± 0.5
OPERADOR	Silvano Huamán	V ONDA (m/s)
EQUIPO	-	6032
MODELO	DP1500i	P. ESPECIFICO (KN/m3)
SUPERVISOR	Santiago Agreda	26.6

Tabla 36. Reporte de perforación de la prueba 06.

DATOS GENERALES		
FASE	2	USC (MPa)
BANCO	4246	75 ± 7
MATERIAL	Arenisca, Dacita	GSI
GUARDIA (A, B, C)	B	47 ± 8
TURNO	Día	RQD (%)
FECHA	11/11/2023	50 ± 5
HORA INICIO	07:00:00	REST. TRAC. (MPa)
HORA FIN	18:00:00	30 ± 5
OPERADOR	Silvano Huamán	V ONDA (m/s)
EQUIPO	-	2539
MODELO	DP1500i	P. ESPECIFICO (KN/m3)
SUPERVISOR	Santiago Agreda	24.5

4.2.3.2. Parámetros

En la Tabla 37 y Tabla 38 observamos los “Parámetros Generales” (Densidad de roca, Burden, Espaciamiento, Diámetro de broca, # Taladros buffer, # Taladros producción), definidos en la Malla de Perforación correspondiente a su proyecto y “Parámetros Calculados” (Altura promedio de perforación, Volumen por taladro, Volumen total, Metros perforados, # Total de taladros perforados).

Tabla 37. *Parámetros de perforación de la prueba 05.*

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m ³	2.66
Burden (B)	m	3.60
Espaciamiento (E)	m	4.20
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.68
Volumen por taladro (VPT)	m ³	100.97
Volumen total (VT)	m ³	3230.98
Diámetro de broca (DB)	pulg	5.00
Metros perforados (MP)	m	213.69
# Taladros precorte (#TPC)	unidades	0
# Taladros buffer (#TB)	unidades	0
# Taladros producción (#TP)	unidades	32
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	32.00

Tabla 38. Parámetros de perforación de la prueba 06.

PARAMETROS		
Densidad de roca (ρ)	t/m ³	2.45
Burden (B)	m	4
Espaciamiento (E)	m	4.6
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.57
Volumen por taladro (VPT)	m ³	120.89
Volumen total (VT)	m ³	2901.31
Diámetro de broca (DB)	pulg	5.00
Metros perforados (MP)	m	157.68
# Taladros precorte (#TPC)	unidades	0
# Taladros buffer (#TB)	unidades	0
# Taladros producción (#TP)	unidades	24
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	24.00

4.2.3.3. Tiempo acumulado de perforación

En la Tabla 39 y Tabla 41 se observan los tiempos improductivos tomados en el campo, estos están divididos en cinco partes de acuerdo al tipo de improductivo que representa (Atención – Mecánica, Demora operativa en campo, Espera no operativo, Reperforación, Traslado de un punto a otro).

En la Tabla 40 y Tabla 42 se observan tiempos de perforación tomados en el campo las cuales son (Tiempo de traslado, Tiempo de acomodo, Tiempo de perforación, Tiempo de desmontaje) y tiempos calculados a partir de estos y de improductivos.

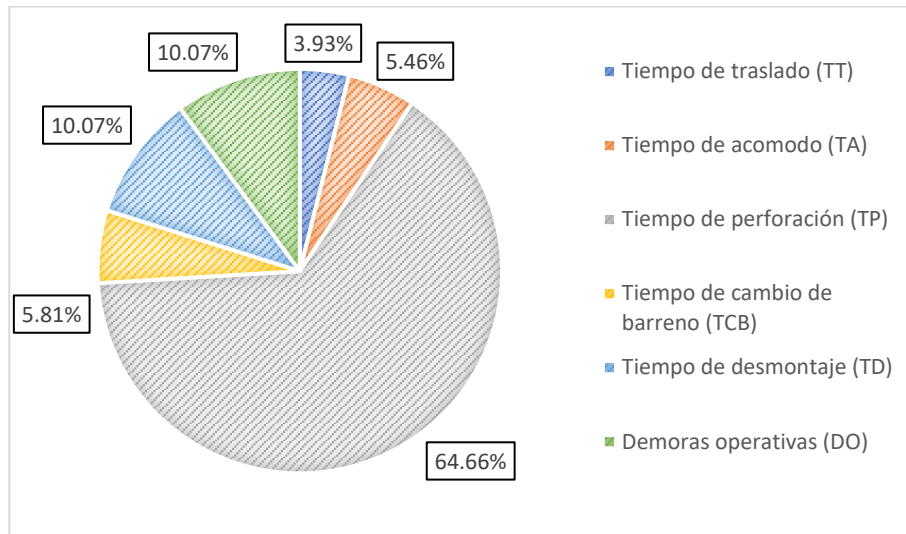
Tabla 39. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 05.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	20.23
Demora operativa en campo (DOC)	min	17.82
Espera no operativo (ENO)	min	78.02
Reperforación (RP)	min	0.00
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	10.58

Tabla 40. *Tiempo total en perforación de la prueba 05.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	11.08
Tiempo de acomodo (TA)	min	15.40
Tiempo de perforación (TP)	min	182.33
Tiempo de cambio de barreno (TCB)	min	16.37
Tiempo de desmontaje (TD)	min	28.40
Demoras operativas (DO)	min	28.40
Paradas inesperadas (PI)	min	98.25
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	4.23
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	4.70
Tiempo total medido (TTM)	hr	6.34

Gráfica 17. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 05.*



En el presente gráfico 17 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” a partir de la Tabla 40, la observación que se puede hacer aquí es la demora operativa, representa un 10.07% del tiempo de perforación total.

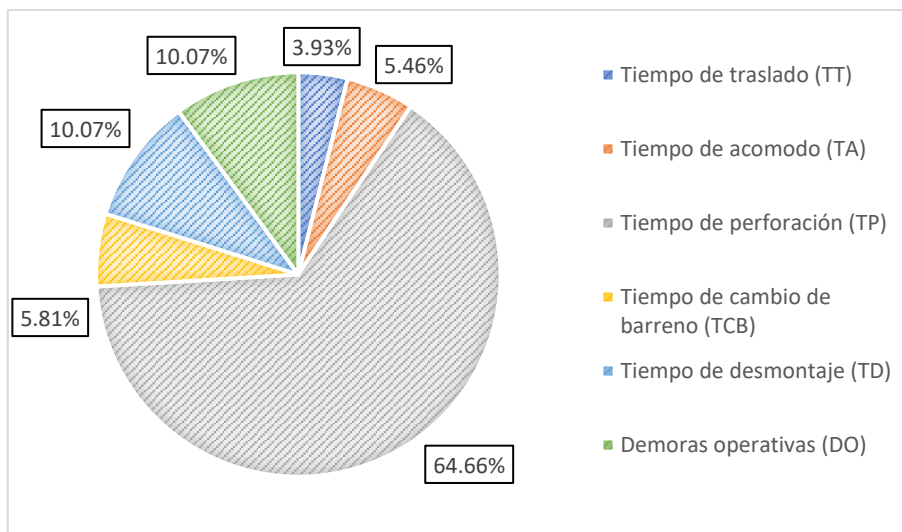
Tabla 41. *Tiempos improductivos en perforación de la prueba 06.*

TIEMPOS IMPRODUCTIVOS		
Atención – Mecánica (A-M)	min	20.23
Demora operativa en campo (DOC)	min	17.82
Espera no operativo (ENO)	min	78.02
Reperforación (RP)	min	0.00
Traslado de un punto a otro (TPO)	min	10.58

Tabla 42. *Tiempo total en perforación de la prueba 06.*

TIEMPOS		
Tiempo de traslado (TT)	min	11.08
Tiempo de acomodo (TA)	min	12.35
Tiempo de perforación (TP)	min	382.33
Tiempo de cambio de barreno (TCB)	min	21.52
Tiempo de desmontaje (TD)	min	36.04
Demoras operativas (DO)	min	248.17
Paradas inesperadas (PI)	min	349.97
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	7.72
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	11.86
Tiempo total medido (TTM)	hr	17.69

Gráfica 18. *Distribución de tiempos totales en perforación de la prueba 06.*



En el presente gráfico 18 podemos observar la distribución del “Tiempo Total de Perforación” a partir de la Tabla 42, la observación que se puede hacer aquí es la demora operativa, representa un 10.07% del tiempo de perforación total.

4.2.3.4. Ciclo de perforación

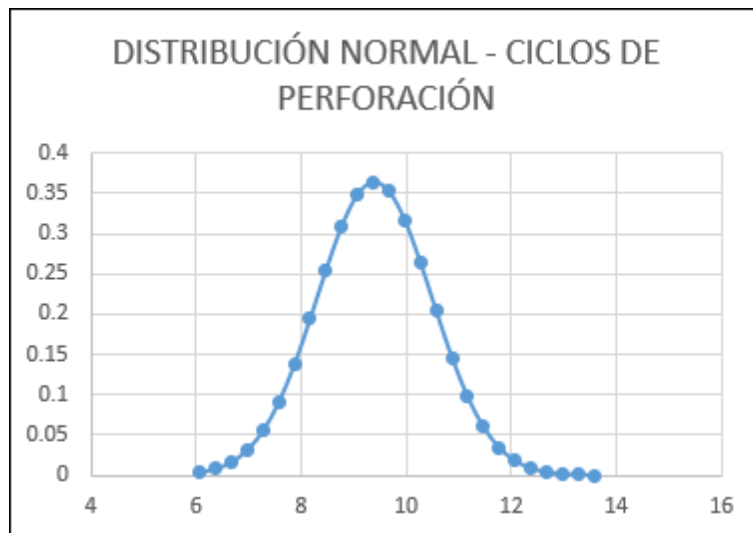
En el Grafico 19, Grafico 20 y Grafico 21, grafico 22 se observa la comparación de la distribución normal con los datos reales de los ciclos de perforación.

Tabla 43. Ciclos de perforación promedio de la prueba 05.

Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
9.39	1.094988306	12.15	7.57

En la Tabla 43 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en Caliza con Mármol es de 9.39 ± 1.1 minutos.

Gráfica 19. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 05.



Gráfica 20. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 05.



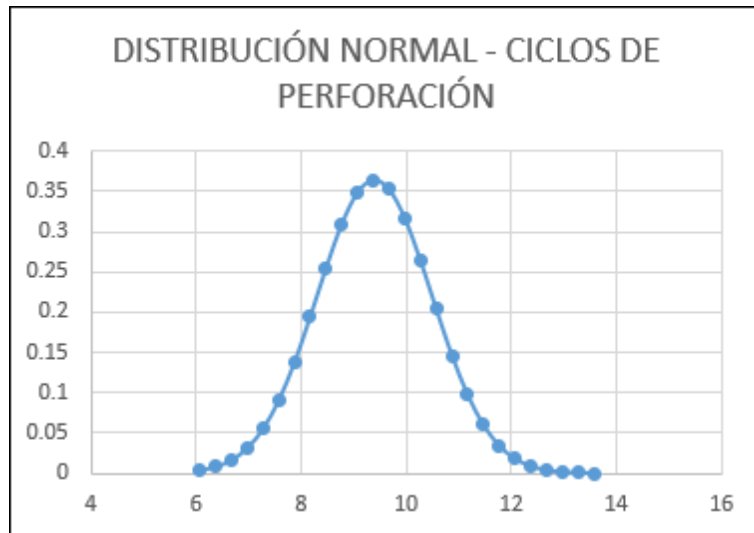
Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real no es normal, presenta sesgo hacia la derecha.

Tabla 44. Ciclos de perforación promedio de la prueba 06.

Ciclo Promedio	Desvi. Estándar	Max.	Min.
9.39	1.094988306	12.15	7.57

En la Tabla 44 podemos observar que el ciclo promedio de perforación en Caliza con Mármol es de 9.39 ± 1.1 minutos.

Gráfica 21. Distribución normal ciclos de perforación de la prueba 06.



Gráfica 22. Distribución normal ciclos de perforación real de la prueba 06.



Se puede observar que la distribución de los datos del ciclo de perforación real no es normal, presenta sesgo hacia la derecha.

4.2.3.5. Rendimiento

A continuación, se presentan la Tabla 45 y Tabla 46, mostrando los rendimientos calculados a partir de los tiempos productivos e improductivos.

Tabla 45. Rendimientos de perforación de la prueba 05.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	253.58
Time Delay (DT)	min	78.02
Time Stand by (SBT)	min	28.4
Time Maint (MT)	min	20.23
Uso (Use)	%	76.47%
Disponibilidad (Av)	%	95%
Eficiencia Operativa (EO)	%	67%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	50.56
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	45.47
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	7.57
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	6.81

Tabla 46. Rendimientos de perforación de la prueba 06.

RENDIMIENTOS		
Time Ready (RT)	min	258.34
Time Delay (DT)	min	157.70
Time Stand by (SBT)	min	248.17
Time Maint (MT)	min	192.27
Uso (Use)	%	62.09%
Disponibilidad (Av)	%	63%
Eficiencia Operativa (EO)	%	44%
Velocidad de perforación efectivo (VPE)	mp/h	20.42
Velocidad de perforación total (VPT)	mp/h	13.30
Taladros por tiempo efectivo (TPTE)	tal/h	3.11
Taladros por tiempo total (TTT)	tal/h	2.02

4.2.4. Cálculo de perforación eficaz por pruebas

En esta parte se optimizarán la cantidad de taladros maximizándolos para cumplir con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”., utilizando los rendimientos ya calculados en los subcapítulos anteriores.

4.2.4.1. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-03 (caliza con mármol) - Prueba 01

Tabla 47. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
FlexiROC D65	7.45	7.03

En la Tabla 47 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 7.45 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora FlexirROC en un material de Caliza con Mármol (UG-03).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{\text{tal}}{\text{turno}} \right)$$

$(\#t/hr)$ = Número de taladros por hora de perforadora

HEO = Horas efectivas de operación (hr)

$$\#TTC = 7.45 \times 7.03$$

$$\#TTC = 52.37 \left(\frac{\text{tal}}{\text{turno}} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{\text{turno}} \right)}{\#TTC \left(\frac{\text{tal}}{\text{turno}} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{\text{tal}} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{\text{turno}} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{52.37} = 76.96 \left(\frac{m^3}{\text{tal}} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro (m}^3\text{)}$$

$$B = \text{Burden (m)}$$

$$E = \text{Espaciamiento (m)}$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación (m)}$$

$$76.96 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 11.32 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecu1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecu2)}$$

Reemplazando la Ecu2 en la Ecu1.

$$E^2 = \frac{11.32}{0.8687} m^2$$

$$E = 3.61 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecu3)}$$

Reemplazando la Ecu3 en la Ecu2.

$$B = 3.61 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.14 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m3/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 48. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 01.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	FlexiROC D65
Unidad Geológica	UG-03	Caliza con Mármol
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.14
Espaciamiento	m	3.61
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	76.96
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	11.32
Número Total de Taladros	Und	52.37

En la Tabla 48 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 52.37 taladros por guardia.

**4.2.4.2. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-02
(Arenisca con Limolita) - Prueba 02**

Tabla 49. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-02 (Arenisca con Limolita).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
FlexiROC D65	5.55	7.03

En la Tabla 49 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 5.55 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora FlexirROC en un Arenisca con Limolita (UG-02).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO (hr)$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

$(\#t/hr)$ = Número de taladros por hora de perforadora

HEO = Horas efectivas de operación (hr)

$$\#TTC = 5.55 \times 7.03$$

$$\#TTC = 39.02 \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{turno} \right)}{\#TTC \left(\frac{tal}{turno} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{turno} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{39.02} = 103.31 \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} (m^3)$$

$$B = \text{Burden} (m)$$

$$E = \text{Espaciamiento} (m)$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación} (m)$$

$$103.31 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 15.19 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecu1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la "Adenda 01 - Plantilla de Cotización".

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecu2)}$$

Reemplazando la Ecu2 en la Ecu1.

$$E^2 = \frac{15.19}{0.8687} m^2$$

$$E = 4.18 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecu3)}$$

Reemplazando la Ecu3 en la Ecu2.

$$B = 4.18 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.63 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 50. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 02.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	FlexiROC D65
Unidad Geológica	UG-02	Arenisca con Limolita
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.63
Espaciamiento	m	4.18
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	103.21
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	15.18
Número Total de Taladros	Und	39.02

En la Tabla 50 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 39.02 taladros por guardia.

**4.2.4.3. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-04
(Arenisca con Dacita) - Prueba 03**

Tabla 51. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-04 (Arenisca con Dacita).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
DX 800	5.66	7.03

En la Tabla 51 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 5.66 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora DX 800 en un Arenisca con Dacita (UG-04).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO (hr)$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

$$(\#t/hr) = \text{Número de taladros por hora de perforadora}$$

$$HEO = \text{Horas efectivas de operación (hr)}$$

$$\#TTC = 5.66 \times 7.03$$

$$\#TTC = 39.79 \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{turno} \right)}{\#TTC \left(\frac{tal}{turno} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{turno} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{39.79} = 101.30 \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} (m^3)$$

$$B = \text{Burden} (m)$$

$$E = \text{Espaciamiento} (m)$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación} (m)$$

$$101.30 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 14.90 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecu1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecu2)}$$

Reemplazando la Ecu2 en la Ecu1.

$$E^2 = \frac{14.90}{0.8687} m^2$$

$$E = 4.14 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecu3)}$$

Reemplazando la Ecu3 en la Ecu2.

$$B = 4.14 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.60 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 52. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 03.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	DX 800
Unidad Geológica	-	Arenisca con Dacita
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.60
Espaciamiento	m	4.14
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	101.25
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	14.89
Número Total de Taladros	Und	39.79

En la Tabla 52 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 39.79 taladros por guardia.

**4.2.4.4. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-03
(Caliza con Mármol) - Prueba 04**

Tabla 53. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
DX 800	4.73	7.03

En la Tabla 53 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 4.73 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora DX 800 en un Caliza con Mármol (UG-03).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO (hr)$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

$(\#t/hr)$ = Número de taladros por hora de perforadora

HEO = Horas efectivas de operación (hr)

$$\#TTC = 4.73 \times 7.03$$

$$\#TTC = 33.25 \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{turno} \right)}{\#TTC \left(\frac{tal}{turno} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{turno} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{33.25} = 121.22 \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} (m^3)$$

$$B = \text{Burden} (m)$$

$$E = \text{Espaciamiento} (m)$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación} (m)$$

$$121.22 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 17.83 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecua1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la "Adenda 01 - Plantilla de Cotización".

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecua2)}$$

Reemplazando la Ecua2 en la Ecua1.

$$E^2 = \frac{17.83}{0.8687} m^2$$

$$E = 4.53 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecua3)}$$

Reemplazando la Ecua3 en la Ecua2.

$$B = 4.14 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.94 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 54. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 04.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	DX 800
Unidad Geológica	UG-03	Caliza con Mármol
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.94
Espaciamiento	m	4.53
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	121.22
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	17.83
Número Total de Taladros	Und	33.25

En la Tabla 54 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 33.25 taladros por guardia.

**4.2.4.5. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-03
(Caliza con Mármol) - Prueba 05**

Tabla 55. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-03 (Caliza con Mármol).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
DP1500i	6.39	7.03

En la Tabla 55 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 6.39 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora DP1500i en un Caliza con Mármol (UG-03).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO (hr)$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

$(\#t/hr)$ = Número de taladros por hora de perforadora

HEO = Horas efectivas de operación (hr)

$$\#TTC = 6.39 \times 7.03$$

$$\#TTC = 44.92 \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{turno} \right)}{\#TTC \left(\frac{tal}{turno} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{turno} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{44.92} = 89.73 \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} (m^3)$$

$$B = \text{Burden} (m)$$

$$E = \text{Espaciamiento} (m)$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación} (m)$$

$$121.22 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 13.20 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecu1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la "Adenda 01 - Plantilla de Cotización".

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecu2)}$$

Reemplazando la Ecu2 en la Ecu1.

$$E^2 = \frac{13.20}{0.8687} m^2$$

$$E = 3.90 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecu3)}$$

Reemplazando la Ecu3 en la Ecu2.

$$B = 3.90 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.39 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 56. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 05.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	DP1500i
Unidad Geológica	UG-03	Caliza con Mármol
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.39
Espaciamiento	m	3.90
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	89.85
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	13.21
Número Total de Taladros	Und	44.92

En la Tabla 56 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 44.92 taladros por guardia.

**4.2.4.6. Cálculo de perforación con efectividad al 100% UG-04
(Arenisca con Dacita) - Prueba 06**

Tabla 57. Datos para el cálculo con efectividad al 100% – UG-04 (Arenisca con Dacita).

RENDIMIENTOS CALCULADOS		DATOS: Adenda 01
Equipo	# taladros/hr	Horas efectivas de operación (hr)
DP1500i	4.73	7.03

En la Tabla 57 podemos observar que existe 7.03 horas efectivas con velocidad promedio de 4.73 tal/hr realizados por guardia, las cuales son datos iniciales para realizar el cálculo de una perforación eficaz.

Número total de taladros por turno (#TTC): Se calculará el número de taladro que podrán perforar la perforadora DP1500i en un Arenisca con Dacita (UG-04).

$$\#TTC = (\#t/hr) \times HEO (hr)$$

$$\#TTC = \text{Número total de taladros por turno} \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

$$(\#t/hr) = \text{Número de taladros por hora de perforadora}$$

$$HEO = \text{Horas efectivas de operación (hr)}$$

$$\#TTC = 4.73 \times 7.03$$

$$\#TTC = 33.45 \left(\frac{tal}{turno} \right)$$

Volumen por taladro (VPT): Se calculará el volumen del taladro teniendo como datos el Número total de taladros calculados (#TTC) y la producción por turno (PPT) definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

$$VPT = \frac{PPT \left(\frac{m^3}{turno} \right)}{\#TTC \left(\frac{tal}{turno} \right)}$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

$$PPT = \text{Producción por turno} \left(\frac{m^3}{turno} \right)$$

$$VPT = \frac{4030.85}{35.25} = 121.22 \left(\frac{m^3}{tal} \right)$$

Parámetro de perforación: Para calcular los principales parámetros de producción utilizaremos la otra fórmula de Volumen por taladro (VPT).

$$VPT = B (m) \times E (m) \times APP (m)$$

$$VPT = \text{Volumen por taladro} (m^3)$$

$$B = \text{Burden} (m)$$

$$E = \text{Espaciamiento} (m)$$

$$APP = \text{Altura promedio por perforación} (m)$$

$$121.22 (m^3) = B \times E \times 6.8$$

$$B \times E = 17.83 (m^2) \dots\dots\dots \text{(Ecu1)}$$

Una formula definida en la situación contractual plasmadas en la "Adenda 01 - Plantilla de Cotización".

$$B = E \times 0.8687 \dots\dots\dots \text{(Ecu2)}$$

Reemplazando la Ecu2 en la Ecu1.

$$E^2 = \frac{17.83}{0.8687} m^2$$

$$E = 4.53 (m) \dots\dots\dots \text{(Ecu3)}$$

Reemplazando la Ecu3 en la Ecu2.

$$B = 4.14 (m) \times 0.8687$$

$$B = 3.94 (m)$$

Parámetros para perforación eficaz: Parámetros generales para cumplir al 100 % con la producción de m³/guardia, definidos en la situación contractual plasmadas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

Tabla 58. *Parámetros para una perforación eficaz – Prueba 06.*

PARAMETROS DE PERFORACIÓN	UND.	CANTIDADES
Equipos	MODELO	DP1500i
Unidad Geológica	UG-04	Arenisca con Dacita
Diámetro	Plg	5.00
Burden	m	3.94
Espaciamiento	m	4.53
Sobreperforación	m	0.80
Altura	m	6.00
Profundidad	m	6.80
Atacado	m	3.00
Columna Explosiva	m	3.80
Densidad de Carga	Kg/m	10.13
Volumen de Taladro	m ³	121.22
Metros Lineales de Producción	%	100%
Metros Lineales de Precorte	%	0%
Índice de Perforación	m ³ /m	17.83
Número Total de Taladros	Und	35.25

En la Tabla 58 nos muestra los parámetros de perforación con una efectividad al 100%, para lo cual se tiene que realizar 35.25 taladros por guardia.

4.3. Prueba de Hipótesis

Existe la evidencia estadística para la utilización de la perforadora FlexiROC D65 que incrementará progresivamente la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

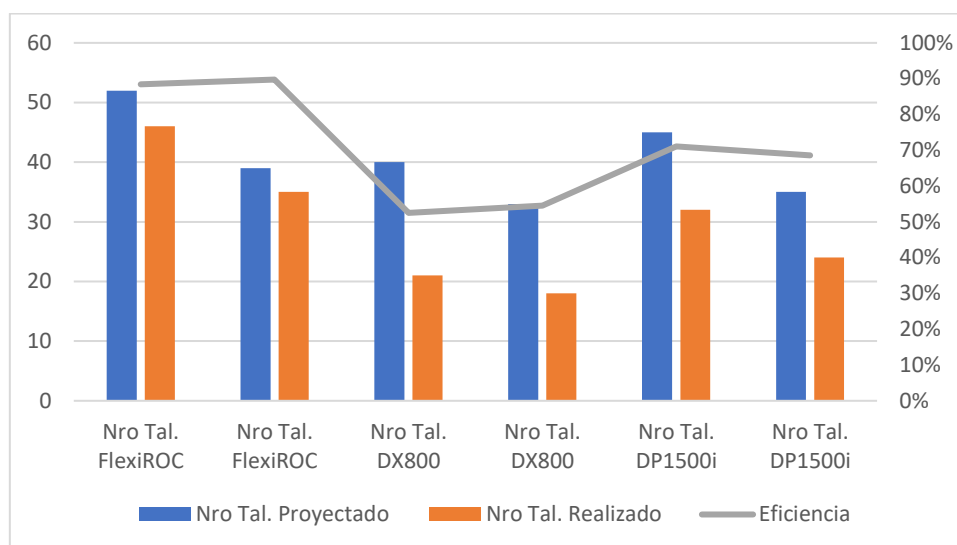
H₀: **No Existe** suficiente evidencia estadística para la utilización de la perforadora FlexiROC D65 que incrementará progresivamente la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

H_a: **Existe** suficiente evidencia estadística para la utilización de la perforadora FlexiROC D65 que incrementará progresivamente la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.

Tabla 59. Número de taladros y su efectividad por perforadoras

	Nro Tal. Proyectado	Nro Tal. Realizado	Eficiencia
Nro Tal. FlexiROC D65	52	46	88%
Nro Tal. FlexiROC D65	39	35	90%
Nro Tal. DX800	40	21	53%
Nro Tal. DX800	33	18	55%
Nro Tal. DP1500i	45	32	71%
Nro Tal. DP1500i	35	24	69%

Gráfica 23. Efectividad por equipos de perforación.



En el presente gráfico 23 podemos observar la efectividad de perforación por cada equipo a partir de la Tabla 59, la observación que se puede hacer aquí es el pico elevado en cuanto al rendimiento de la perforadora FlexiROC D65, eso nos quiere decir que representa un 90% de efectividad en su uso para la mejora de la productividad en el tajo abierto San Gerardo.

$$\alpha=5\%$$

Prueba de normalidad:

Para evaluar si las variables siguen una distribución normal, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk debido al tamaño de la muestra, que es inferior a 50 ($n < 50$), y se estableció un nivel de significancia del 5%.

Tabla 60. Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nro Tal Proyectado	,946	6	,071
Nro Tal Realizado	,943	6	,068

Es evidente que, en las pruebas de normalidad realizadas para el número de taladros proyectados, así como para el número de taladros realizados, todas ellas se originan a partir de una distribución normal, con valores de $p > 0.05$.

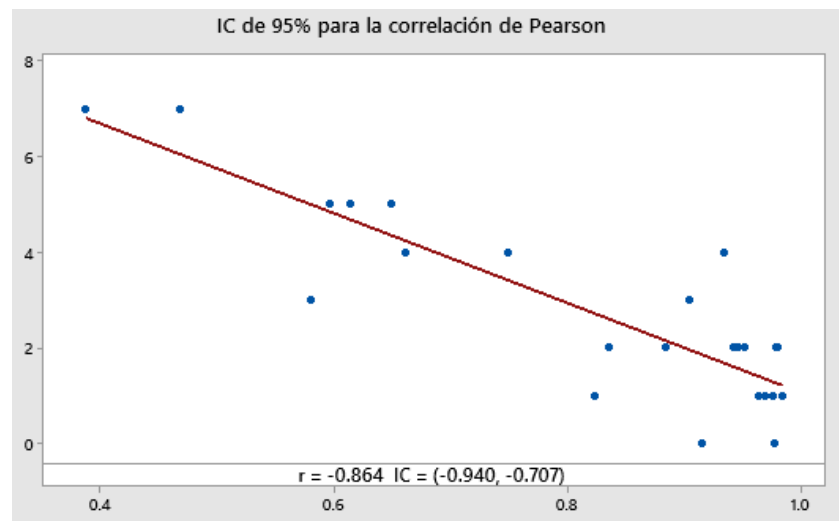
Utilizaremos el coeficiente de correlación de Pearson, ya que ambas variables presentan una distribución normal.

Tabla 61. Correlación de Pearson

		Nro Tal Proyectado	Nro Tal Realizado
Nro Tal Proyectado	Correlación de Pearson	1	,866*
	Sig. (bilateral)		,026
	N	6	6
Nro Tal Realizado	Correlación de Pearson	,866*	1
	Sig. (bilateral)	,026	
	N	6	6

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Gráfica 24. Correlación del uso de la FlexiROC D65 y incremento de la productividad



Como el Valor $p < 0.05$, rechazamos H_0 y aceptamos H_a

4.4. Discusión de resultados

El resultado nos señala que la efectividad de uso de la perforadora FlexiROC D65 según las Pruebas 01 y 02 realizadas, es de 88% y 90% respectivamente; por lo que según el cálculo (Adenda 01 - Plantilla de Cotización) debería cumplirse con 52 y 39 taladros perforados de acuerdo a la unidad geológica, el cual solo se realizó 46 y 35 taladros perforados respectivamente. Eso nos quiere decir que existe una diferencia de 06 y 04

talados respectivamente que no se cumplieron, el cual es analizado como una cantidad minoría de taladros incumplidos.

También, el resultado nos señala que la efectividad de uso de la perforadora DX800 según las Pruebas 03 y 04 realizadas, es de 53% y 55% respectivamente; por lo que según el cálculo (Adenda 01 - Plantilla de Cotización) debería cumplirse con 40 y 33 taladros perforados de acuerdo a la unidad geológica, el cual solo se realizó 21 y 18 taladros perforados respectivamente. Eso nos quiere decir que existe una diferencia de 19 y 15 talados respectivamente que no se cumplieron, en cual se analiza como una cantidad considerable para el avance de la productividad.

De la misma manera podemos señalar que la efectividad de uso de la perforadora DP1500i según las Pruebas 05 y 06 realizadas, es de 71% y 69% respectivamente; por lo que según el cálculo (Adenda 01 - Plantilla de Cotización) debería cumplirse con 45 y 35 taladros perforados de acuerdo a la unidad geológica, el cual solo se realizó 32 y 24 taladros perforados respectivamente. Eso nos quiere decir que existe una diferencia de 13 y 11 talados respectivamente que no se cumplieron, en cual también es una cantidad considerable para el avance de la productividad.

Se ha establecido que existe la evidencia estadística para el uso de la perforadora FlexiROC D65 el cual incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo San Gerardo de la empresa minera Nexa Resources, Unidad Minera Atacocha S.A.A.

CONCLUSIONES

Se realizó un análisis de los reportes del sistema de perforación, de acuerdo al equipo de perforación (perforadora) y está a su vez de acuerdo a su unidad geológica, en donde se puede concluir lo siguiente.

1. Dentro de los "Parámetros De Perforación" podemos observar que ningún reporte cumple con la producción de m³/turno, definidos en la situación contractual plasmadas en la "Adenda 01 - Plantilla de Cotización", esto se debe a los Tiempos improductivos.
2. Demoras operativas son muy variables e impredecibles, por que dependen mucho de lo que suceda en los frentes de perforación, se puede observar que estos varían de 3.92% a 42.37% en la distribución de tiempos totales de perforación, de las cuales son:
 - Reperforaciones: Los tiempos de Reperforación es la demora operativa con mayor porcentaje, estos surgen en cualquier momento, los operadores tienen que parar la perforación para reperforar un numero impredecible de taladros, estas paradas por Reperforación se dan durante toda la guardia.
3. Se puede apreciar que los ciclos de perforación de las perforadoras DX 800 y DP1500i son mayores que de la perforadora FlexiROC D65 cuando perforan taladros de producción, esto se debe a que las perforadoras DX 800 y DP1500i no están fabricadas para realizar taladros con diámetros mayores a 4", entonces al perforar taladros de producción con diámetros igual a 5" aumentan los tiempos de perforación influenciando en la producción de m³/turno.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar tapones de caucho para el tapado y cuidado de los taladros perforados en los frentes, para que las condiciones climáticas adversas no perjudiquen al taladro perforado y en consecuencia este no se vuelva a reperfilar, y no tener otra demora operativa.
2. Con los cálculos efectivos de perforación y las variables definidas en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”, se plantea perforación objetivo con nuevos parámetros generales para cada perforadora y tipo de material a perforar, para tratar cumplir con la producción de m³/turno, establecidos en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.
3. Se recomienda la utilización de estos parámetros para comprobar el cumplimiento de la producción de m³/hora, de no ser así identificar la razón principal de Demoras Operativas, las cuales no tendrían un porcentaje real en la “Adenda 01 - Plantilla de Cotización”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atlas Copco. (2012). *GRUPO ATLAS COPCO 2012*. Atlas Copco Group.
<https://www.atlascopcogroup.com/en/media/corporate-press-releases/2012>

Baldeón Quispe, Z. L. (2011). *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera Condestable S.A.* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/897>

Diseño de un Plan Mantenimiento con la Metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Perforadoras Atlas COPCO CT20 en la Empresa Explodrilling. (s. f.). Recuperado 29 de febrero de 2024, de
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/721e1ec5-c1f1-4c93-b857-270e0581bd54>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (s. f.). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA.*

Hernández-Sampieri—METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN LAS RUTAS CUANTIT.pdf. (s. f.). Recuperado 31 de enero de 2024, de
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64591365/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n._Rutas_cuantitativa__cualitativa_y_mixta-libre.pdf?1601784484=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTA.pdf&Expires=1706752452&Signature=bzipfdM04IAzIRPZNT14f6bUaPZCoDi3WI0jSWyK9KJR8eF8nlwQo22oD5wUfOy6QKOUFGN3kKRWcK mSz9n0meLy8LWE80Mt4NRekuAya9fB8WhmWE9oqCl8-bPkiytvRPzr2OFaSu-ys7mJBLSZ4QvkBTHja54wbxCG3R0jkaD1vv1S3tlyz1un2T9SdLiEcdPMboaP~Nw83WAIjnfXHFUfDL0W8ng4JDCXMaU1nSL8RdvdUGDIGYFMAAnyv7jmPGI988cj-tZEcRqV4oMqRwf8V~pFhw-

WpKEdEA59POLozdCRGLM99U~~j5j7zgnyuNP6GOdiWGdaXg9saOsNYiA__
&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Jara Pari, D. C. (2021). *ESTANDARIZACIÓN DE LA PERFORACIÓN MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE LOS 7 PASOS DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA CAL & CEMENTO SUR S.A.* Universidad Nacional del Altiplano.

López Jimeno, C. (2003). *MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.*

Maquera Quispe, R. J. (2021). *DISEÑO DE UN MODELO DE PRESUPUESTO DE CAPITAL PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD FINANCIERA DE LA EMPRESA PEVOEX CONTRATISTAS S.A.C. 2019.* Universidad Nacional de Moquegua.

Meza Castro, J. E. (2011). *Desarrollo de un modelo para la aplicación de simulación a un sistema de carguío y acarreo de desmonte en una operación minera a tajo abierto* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/941>

Soto Valdéz, S. T. (2016). *METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD DE PERFORACIÓN Y MEJORAS DE GESTIÓN EN MINAS A CIELO ABIERTO, APLICADO A DRT.* Universidad de Chile.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos

NEXA - ATACOCOA - TSG								
REPORTE DE PERFORACIÓN								
DATOS GENERALES			DISEÑO MALLA P&V N° F03-4324-19					
FASE	3	USC (MPa)						
BANCO	4324	75 ± 7						
MATERIAL	Arenisca, Limolita	GSI						
GUARDIA (A,B,C)	-	47 ± 8						
TURNO	Día	RQD (%)						
FECHA	25/08/2023	50 ± 5						
HORA INICIO	07:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)						
HORA FIN	18:00:00	30 ± 0.5						
OPERADOR	-	V ONDA (m/s)						
EQUIPO	RK-004	2539						
MODELO	FLEXIROC	P. ESPECIFICO (KN/m3)						
SUPERVISOR	Santiago Agreda	24.5						
PARAMETROS			RENDIMIENTO					
Densidad de roca (ρ)	t/m3	2.45	Time Ready	min	313.64			
Burden (B)	m	4	Time Delay	min	54.02			
Espaciamiento (E)	m	4.6	Time Stand by	min	12.79			
Altura promedio de perforación (APP)	m	6.8	Time MURT	min	210.38			
Volumen por taladro (VPT)	m3	125.12	Usage	%	85.31%			
Volumen total (VT)	m3	5755.52	Disponibilidad	%	64.39%			
Diámetro de broca (DB)	pulg	5	Eficiencia Operativa	%	53%			
Metros perforados (MP)	m	312.8	Velocidad de perforación efectivo	mp/h	59.84			
# Taladros buffer (TB)	unidades	0	Velocidad de perforación total	mp/h	57.49			
# Taladros producción (TP)	unidades	46	Taladros por tiempo efectivo	tal/h	8.80			
# Total de taladros perforados (#TTP)	unidades	46	Taladros por tiempo total	tal/h	8.45			

TIEMPOS						
Tiempo de traslado	min	11.03				
Tiempo de acomodo	min	14.85				
Tiempo de perforación	min	277.15				
Tiempo de desmontaje	min	10.62				
Demoras operativas	min	12.79				
Paradas inesperadas	min	264.41				
Tiempo total efectivo de perforación	hr	5.23				
Tiempo total de perforación	hr	5.44				
Tiempo total medido	hr	9.85				

REPORTES ESTADÍSTICOS	
<h3>TALADROS X HORA</h3> 	<h3>CICLO DE PERFORACIÓN</h3> 

NEXA - ATACOCHA - TSG

REPORTE DE PERFORACIÓN

DATOS GENERALES

FASE	2	USC (MPa)	130 ± 5
BANCO	4246	GSI	55 ± 5
MATERIAL	Caliza, Mármol	RQD (%)	60 ± 5
GUARDIA (A,B,C)	C	REST. TRAC. (MPa)	7.0 ± 0.5
TURNO	Día	V ONDA (m/s)	6032
FECHA	13/09/2023	P. ESPECIFICO (KN/m³)	26.6
HORA INICIO	07:00:00		
HORA FIN	18:00:00		
OPERADOR	Silvano Huamán		
EQUIPO	RK-004		
MODELO	FLEXIROC		
SUPERVISOR	Santiago Agreda		

DISEÑO MALLA P&V N° F02-4246-22

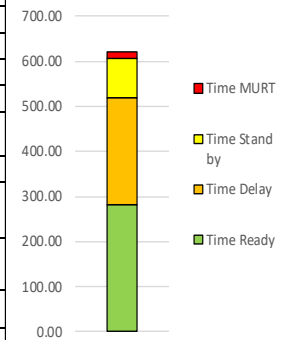


PARAMETROS

Densidad de roca	t/m3	2.66
Burden	m	3.60
Espaciamiento	m	4.20
Altura promedio de perforación	m	6.94
Volumen por taladro	m3	104.93
Volumen total	m3	3672.40
Diámetro de broca	pulg	5.00
Metros perforados	m	242.88
# Taladros precorte	unidades	0.00
# Taladros buffer	unidades	0.00
# Taladros producción	unidades	35.00
# Total de taladros perforados	unidades	35.00

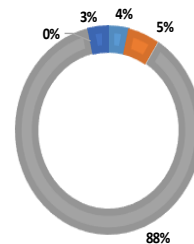
RENDIMIENTO

Time Ready	min	281.90
Time Delay	min	237.92
Time Stand by	min	87.02
Time MURT	min	15.18
Usage	%	54.23%
Eficiencia Operativa	%	45%
Disponibilidad	%	98%
Velocidad de perforación efectivo	mp/h	51.70
Velocidad de perforación total	mp/h	39.50
Taladros por tiempo efectivo	tal/h	7.45
Taladros por tiempo total	tal/h	5.69



TIEMPOS

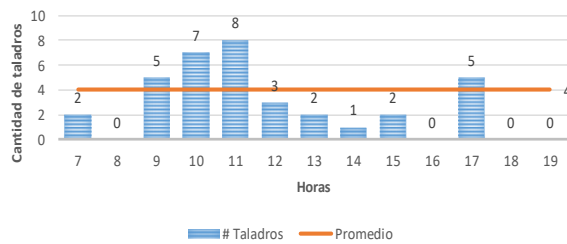
Tiempo de traslado (TT)	min	10.13
Tiempo de acomodo (TA)	min	15.10
Tiempo de perforación (TP)	min	246.75
Tiempo de cambio de barreno (TCB)	min	0.00
Tiempo de desmontaje (TD)	min	9.92
Demoras operativas (DO)	min	87.02
Paradas inesperadas (PI)	min	253.10
Tiempo total efectivo de perforación (TTEP)	hr	4.70
Tiempo total de perforación (TTP)	hr	6.15
Tiempo total medido (TTM)	hr	10.37



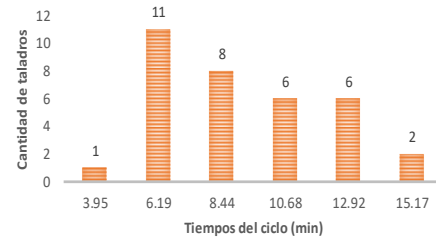
- Tiempo de traslado (TT)
- Tiempo de acomodo (TA)
- Tiempo de perforación (TP)
- Tiempo de cambio de barreno (TCB)
- Tiempo de desmontaje (TD)

REPORTES ESTADÍSTICOS

TALADROS X HORA

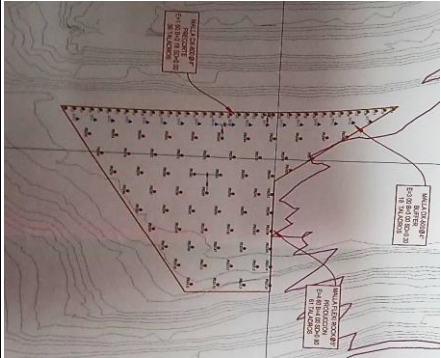


CICLO DE REPERFORACIÓN

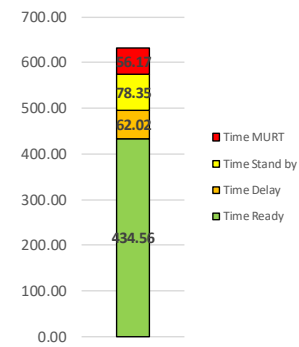


NEXA - ATACOCHA - TSG

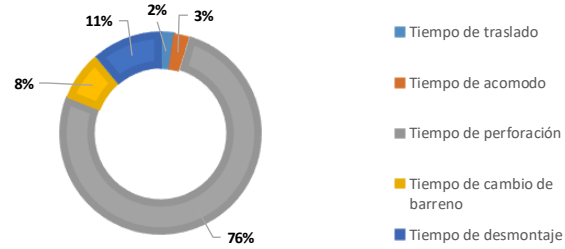
REPORTE DE PERFORACIÓN

DATOS GENERALES			DISEÑO MALLA P&V N° F03-4324-20		
FASE	3	USC (MPa)			85 ± 5
BANCO	4324	MATERIAL			Arenisca, Dacita, Pórfido
GUARDIA (A,B,C)	-				40 ± 5
TURNOS	Día	RQD (%)			43 ± 5
FECHA	20/09/2023				
HORA INICIO	07:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)			2.5 ± 0.5
HORA FIN	18:00:00 p.m.	V ONDA (m/s)			2539
OPERADOR	-	P. ESPECIFICO (KN/m3)			24.5
EQUIPO	-				
MODELO	DX 800				
SUPERVISOR	Santiago Agreda				

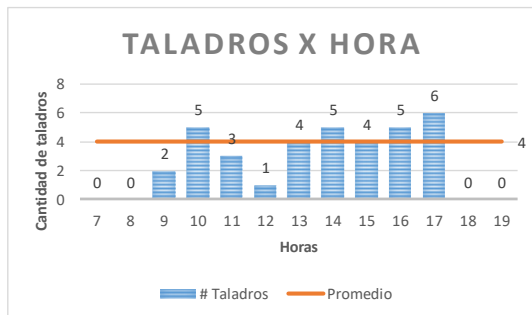
PARAMETROS			RENDIMIENTO		
Densidad de roca	t/m3	2.45	Time Ready	min	434.56
Burden	m	2.18	Time Delay	min	62.02
Espaciamiento	m	1.5	Time Stand by	min	78.35
Altura promedio de perforación	m	6.8	Time MURT	min	56.17
Volumen por taladro	m3	22.24	Usage	%	87.51%
Volumen total	m3	466.96	Eficiencia Operativa	%	69%
Diámetro de broca	pulg	5.00	Disponibilidad	%	91%
Metros perforados	m	142.80	Velocidad de perforación efectivo	mp/h	19.72
# Taladros precorte	unidades	16	Velocidad de perforación total	mp/h	16.70
# Taladros buffer	unidades	5	Taladros por tiempo efectivo	tal/h	2.90
# Taladros producción	unidades	0	Taladros por tiempo total	tal/h	2.46
# Total de taladros perforados	unidades	21.00			



TIEMPOS		
Tiempo de traslado	min	9.73
Tiempo de acomodo	min	10.45
Tiempo de perforación	min	331.60
Tiempo de cambio de barreno	min	33.93
Tiempo de desmontaje	min	48.85
Demoras operativas	min	78.35
Paradas inesperadas	min	118.19
Tiempo total efectivo de perforación	hr	7.24
Tiempo total de perforación	hr	8.55
Tiempo total medido	hr	10.52




REPORTES ESTADÍSTICOS

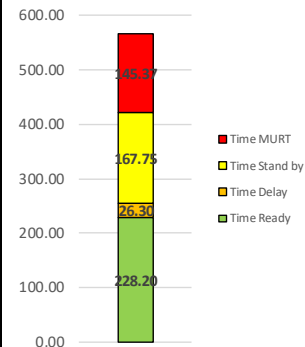


NEXA - ATACOCHA - TSG

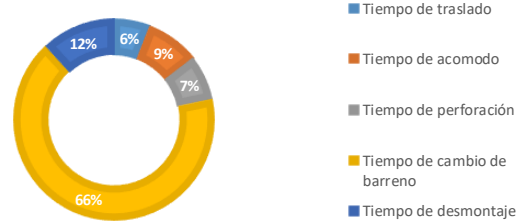
REPORTE DE PERFORACIÓN

DATOS GENERALES			DISEÑO MALLA P&V N° F02-4246-22		
FASE	2	USC (MPa)			130 ± 5
BANCO	4246				
MATERIAL	Caliza, Mármol	GSI			
GUARDIA (A,B,C)	-				55 ± 5
TURNO	Día	RQD (%)			60 ± 5
FECHA	10/10/2023				
HORA INICIO	07:00:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)			7.0 ± 0.5
HORA FIN	18:00:00 p.m.				
OPERADOR	-	V ONDA (m/s)			6032
EQUIPO	-				
MODELO	DX 800	P. ESPECIFICO (KN/m3)	26.6		
SUPERVISOR	Santiago Agreda				

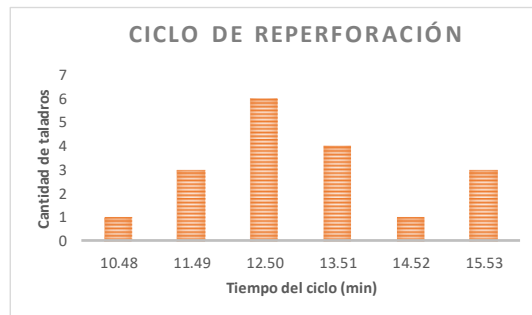
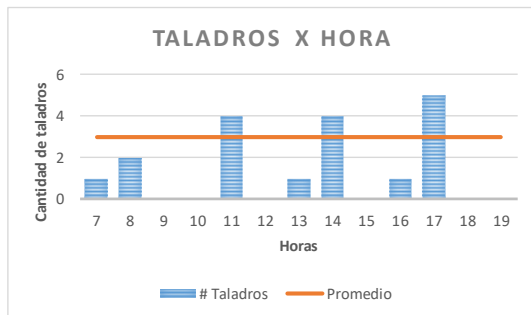
PARAMETROS			RENDIMIENTO		
Densidad de roca	t/m3	2.66	Time Ready	min	228.20
Burden	m	3.6	Time Delay	min	26.30
Espaciamiento	m	4.2	Time Stand by	min	167.75
Altura promedio de perforación	m	6.56296296	Time MURT	min	145.37
Volumen por taladro	m3	99.23	Usage	%	89.67%
Volumen total	m3	1786.18	Eficiencia Operativa	%	40%
Diámetro de broca	pulg	5.00	Disponibilidad	%	74%
Metros perforados	m	118.13	Velocidad de perforación efectivo	mp/h	31.06
# Taladros precorte	unidades	0	Velocidad de perforación total	mp/h	17.90
# Taladros buffer	unidades	0	Taladros por tiempo efectivo	tal/h	4.73
# Taladros producción	unidades	18	Taladros por tiempo total	tal/h	2.73
# Total de taladros perforados	unidades	18.00			



TIEMPOS		
Tiempo de traslado	min	13.42
Tiempo de acomodo	min	19.58
Tiempo de perforación	min	16.48
Tiempo de cambio de barreno	min	151.62
Tiempo de desmontaje	min	27.10
Demoras operativas	min	167.75
Paradas inesperadas	min	171.67
Tiempo total efectivo de perforación	hr	3.80
Tiempo total de perforación	hr	6.60
Tiempo total medido	hr	9.46




REPORTES ESTADÍSTICOS

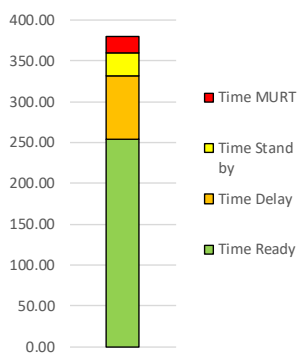


NEXA - ATACOCHA - TSG

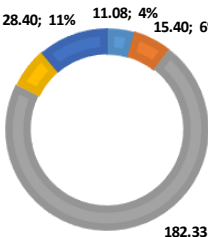
REPORTE DE PERFORACIÓN

DATOS GENERALES			DISEÑO MALLA P&V N° F02-4246-22	
FASE	2	USC (MPa)		
BANCO	4246	130 ± 5		
MATERIAL	Caliza, Mármol	GSI		
GUARDIA (A,B,C)	B	55 ± 5		
TURNO	Día	RQD (%)		
FECHA	21/10/2023	60 ± 5		
HORA INICIO	07:00:00 a.m.	REST. TRAC. (MPa)		
HORA FIN	18:00:00 p.m.	7.0 ± 0.5		
OPERADOR	Silvano Huamán	V ONDA (m/s)		
EQUIPO	-	6032		
MODELO	DP1500i	P. ESPECIFICO (KN/m3)		
SUPERVISOR	Santiago Agreda	26.6		

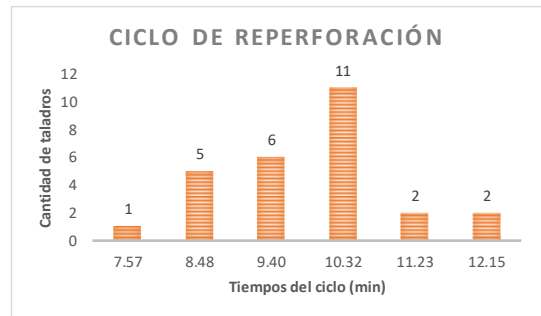
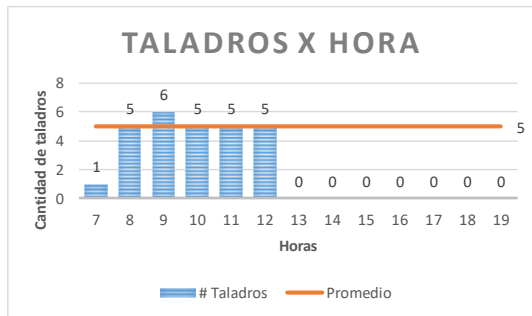
PARAMETROS			RENDIMIENTO		
Densidad de roca	t/m3	2.66	Time Ready	min	253.58
Burden	m	3.6	Time Delay	min	78.02
Espaciamento	m	4.2	Time Stand by	min	28.40
Altura promedio de perforación	m	6.67777778	Time MURT	min	20.23
Volumen por taladro	m3	100.97	Usage	%	76.47%
Volumen total	m3	3230.98	Eficiencia Operativa	%	67%
Diámetro de broca	pulg	5.00	Disponibilidad	%	95%
Metros perforados	m	213.69	Velocidad de perforación efectivo	mp/h	50.56
# Taladros precorte	unidades	0	Velocidad de perforación total	mp/h	45.47
# Taladros buffer	unidades	0	Taladros por tiempo efectivo	tal/h	7.57
# Taladros producción	unidades	32	Taladros por tiempo total	tal/h	6.81
# Total de taladros perforados	unidades	32.00			



TIEMPOS		
Tiempo de traslado	min	11.08
Tiempo de acomodo	min	15.40
Tiempo de perforación	min	182.33
Tiempo de cambio de barreno	min	16.37
Tiempo de desmontaje	min	28.40
Demoras operativas	min	28.40
Paradas inesperadas	min	98.25
Tiempo total efectivo de perforación	hr	4.23
Tiempo total de perforación	hr	4.70
Tiempo total medido	hr	6.34

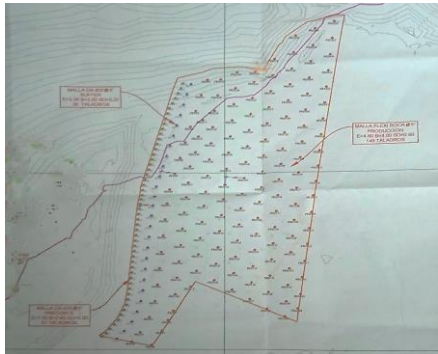


REPORTES ESTADÍSTICOS

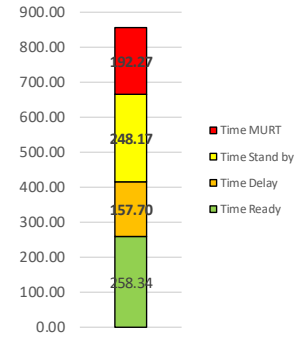


NEXA - ATACOCHA - TSG

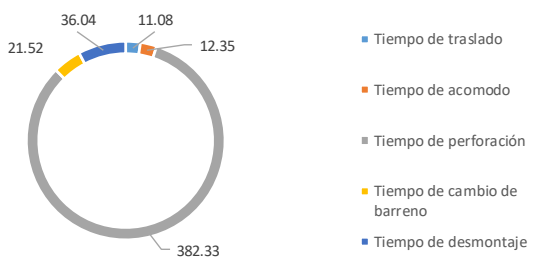
REPORTE DE REPERFORACIÓN

DATOS GENERALES			DISEÑO MALLA P&V N° F03-4324-19		
FASE	2	USC (MPa)			75 ± 7
BANCO	4246	MATERIAL			Arenisca, Dacita
MATERIAL	Arenisca, Dacita	GUARDIA (A,B,C)			B
GUARDIA (A,B,C)	B	TURNOS			Día
TURNOS	Día	FECHA			11/11/2023
FECHA	11/11/2023	HORA INICIO			07:00:00 a.m.
HORA INICIO	07:00:00 a.m.	HORA FIN			18:00:00 p.m.
HORA FIN	18:00:00 p.m.	OPERADOR			Silvano Huamán
OPERADOR	Silvano Huamán	EQUIPO			-
EQUIPO	-	MODELO	DP1500i		
MODELO	DP1500i	SUPERVISOR	Santiago Agreda		
SUPERVISOR	Santiago Agreda				

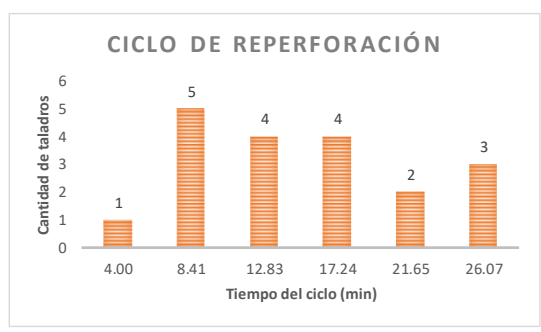
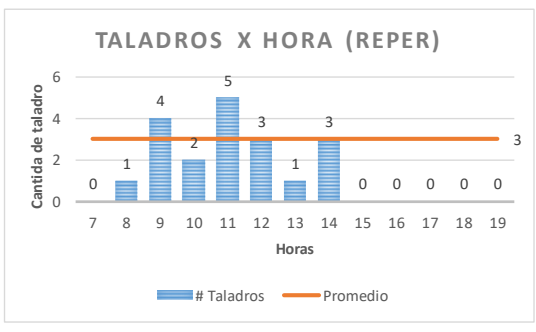
PARAMETROS			RENDIMIENTO		
Densidad de roca	t/m ³	2.45	Time Ready	min	258.34
Burden	m	4	Time Delay	min	157.70
Espaciamiento	m	4.6	Time Stand by	min	248.17
Altura promedio de perforación	m	6.57	Time MURT	min	192.27
Volumen por taladro	m ³	120.89	Usage	%	62.09%
Volumen total	m ³	2901.31	Eficiencia Operativa	%	44%
Diámetro de broca	pulg	5.00	Disponibilidad	%	63%
Metros perforados	m	157.68	Velocidad de perforación efectivo	mp/h	20.42
# Taladros precorte	unidades	0	Velocidad de perforación total	mp/h	13.30
# Taladros buffer	unidades	0	Taladros por tiempo efectivo	tal/h	3.11
# Taladros producción	unidades	24	Taladros por tiempo total	tal/h	2.02
# Total de taladros perforados	unidades	24.00			



TIEMPOS		
Tiempo de traslado	min	11.08
Tiempo de acomodo	min	12.35
Tiempo de perforación	min	382.33
Tiempo de cambio de barreno	min	21.52
Tiempo de desmontaje	min	36.04
Demoras operativas	min	248.17
Paradas inesperadas	min	349.97
Tiempo total efectivo de perforación	hr	7.72
Tiempo total de perforación	hr	11.86
Tiempo total medido	hr	17.69



REPORTES ESTADÍSTICOS



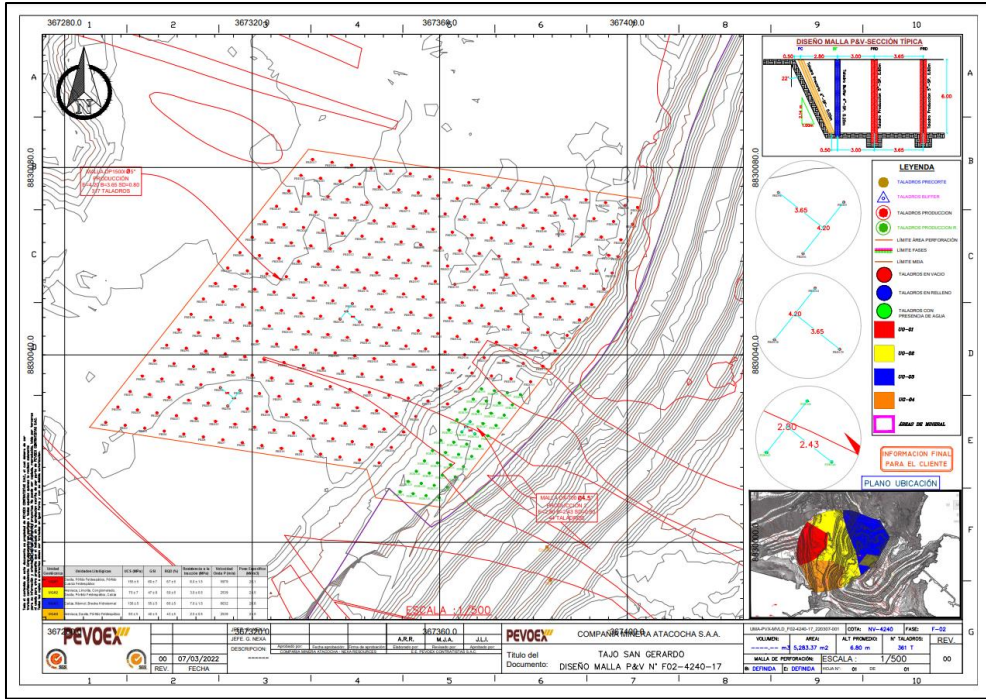
Matriz de Consistencia

Tema: “Utilización de la Perforadora FlexiROC D65 para Incrementar la Productividad durante el Proceso de Perforación en el Tajo Abierto San Gerardo, Unidad Minera Atacocha S.A.A. – Nexa Resources”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿De qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?	Determinar de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.	La utilización de la perforadora FlexiROC D65 incrementará progresivamente la productividad durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.	Utilización de la perforadora FlexiROC D65	Rendimiento Numero de taladros. tiempo.	Diseño: Correlacional-no experimental Tipo de Investigación Básica	POBLACIÓN En este presente estudio la población estará conformada por los equipos perforadoras de la empresa Nexa Resources, en la Unidad Minera Atacocha S.A.A. MUESTRA La muestra está compuesta por seis pruebas de perforaciones, con los equipos FlexiROC D65, DX 800 y DP1500i en el tajo abierto San Gerardo en la empresa PEVOEX Contratistas S.A.C.

PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS - INSTRUMENTOS
<p>¿Como la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?</p> <p>¿De qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo?</p>	<p>Determinar como la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.</p> <p>Establecer de qué manera la utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.</p>	<p>La utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los costos durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.</p> <p>La utilización de la perforadora FlexiROC D65 reducirá progresivamente los impactos ambientales durante el proceso de perforación en el tajo abierto San Gerardo.</p>	<p>Incrementar la productividad durante el proceso de perforación</p>	<p>Ciclo de perforación</p> <p>Productividad</p> <p>Eficiencia</p>	<p>Método</p> <p>Descriptiva.</p> <p>Enfoque</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>Alcance</p> <p>Descriptivo.</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Observación, para el análisis de la información generada por la recopilación de información, verificación en el proceso de perforación.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Reportes de perforación, cuya finalidad será analizar los resultados y tendencias de perforaciones.</p>

Panel fotográfico





Base de Datos de Perforaciones

FECHA	N°	# TALADROS	EQUIPO	MATERIAL	FASE	BANCO	CÓDIGO TALADRO	TIPO DE TALADRO	CORTE (m)	REAL (m)	T. INICIO	T. IMPROD.	T. IMPROD.	TRASLADO	ACOMODO	PERFORANDO	CAMBIO	DESMTANTANDO	CICLO	
15/01/2022	1		Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324		Producción	6.8	6.8	07:00:00		Espera no operativo	00:28:56						
15/01/2022	2		Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324		Producción	6.8	6.8	07:28:56		Atención - Mecánica	00:58:49						
15/01/2022	3	1	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	1	Producción	6.8	6.8	08:27:45		Demora operativa	00:01:39	00:00:23	00:00:31	00:06:31	00:00:00	00:00:19	00:07:44
15/01/2022	4	2	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	2	Producción	6.8	6.8	08:37:07			00:00:00	00:00:17	00:00:31	00:10:19	00:00:00	00:00:19	00:11:26
15/01/2022	5	3	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	3	Producción	6.8	6.8	08:48:33			00:00:00	00:00:27	00:00:35	00:15:13	00:00:00	00:00:11	00:16:26
15/01/2022	6	4	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	4	Producción	6.8	6.8	09:04:59			00:00:00	00:00:16	00:00:22	00:08:48	00:00:00	00:00:15	00:09:41
15/01/2022	7	5	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	5	Producción	6.8	6.8	09:14:40			00:00:00	00:00:24	00:00:24	00:07:42	00:00:00	00:00:16	00:08:46
15/01/2022	8	6	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	6	Producción	6.8	6.8	09:23:26		Demora operativa	00:03:28	00:00:23	00:00:31	00:09:15	00:00:00	00:00:19	00:10:28
15/01/2022	9	7	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	7	Producción	6.8	6.8	09:38:20			00:00:00	00:00:30	00:00:26	00:07:08	00:00:00	00:00:16	00:08:20
15/01/2022	10	8	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	8	Producción	6.8	6.8	09:46:40			00:00:00	00:00:14	00:00:44	00:10:21	00:00:00	00:00:18	00:11:37
15/01/2022	11	9	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	9	Producción	6.8	6.8	09:58:17		Espera no operativo	00:15:05	00:00:14	00:00:45	00:06:17	00:00:00	00:00:49	00:08:05
15/01/2022	12	10	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	10	Producción	6.8	6.8	10:09:52			00:00:00	00:00:15	00:00:49	00:09:59	00:00:00	00:00:17	00:11:20
15/01/2022	13	11	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	11	Producción	6.8	6.8	10:21:12			00:00:00	00:00:45	00:00:12	00:17:23	00:00:00	00:00:19	00:18:39
15/01/2022	14	12	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	12	Producción	6.8	6.8	10:39:51			00:00:00	00:00:18	00:00:30	00:10:44	00:00:00	00:00:12	00:11:44
15/01/2022	15	13	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	13	Producción	6.8	6.8	10:51:35		Demora operativa	00:00:30	00:00:24	00:00:21	00:07:58	00:00:00	00:00:41	00:09:24
15/01/2022	16	14	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	14	Producción	6.8	6.8	11:01:29			00:00:00	00:00:16	00:00:13	00:11:15	00:00:00	00:00:10	00:11:54
15/01/2022	17	15	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	15	Producción	6.8	6.8	11:13:23		Demora operativa	00:00:30	00:00:12	00:00:29	00:10:05	00:00:00	00:00:31	00:11:17
15/01/2022	18	16	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	16	Producción	6.8	6.8	11:25:10		Demora operativa	00:00:43	00:00:20	00:00:31	00:10:01	00:00:00	00:00:31	00:11:23
15/01/2022	19	17	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	17	Producción	6.8	6.8	11:37:16		Demora operativa	00:02:13	00:00:46	00:00:31	00:06:31	00:00:00	00:00:20	00:08:08
15/01/2022	20	18	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	18	Producción	6.8	6.8	11:48:40		Espera no operativo	00:10:00	00:00:17	00:00:31	00:09:16	00:00:00	00:00:16	00:10:20
15/01/2022	21	19	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	19	Producción	6.8	6.8	12:09:00		Demora operativa	00:02:11	00:00:21	00:00:55	00:06:21	00:00:00	00:00:34	00:08:11
15/01/2022	22	20	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	20	Producción	6.8	6.8	12:14:11		Almuerzo - Espera no operativo	01:07:00	00:00:57	00:00:15	00:06:52	00:00:00	00:00:41	00:08:45
15/01/2022	23	21	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	21	Producción	6.8	6.8	13:27:56		Demora operativa	00:00:41	00:00:40	00:00:31	00:09:07	00:00:00	00:00:26	00:10:44
15/01/2022	24	22	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	22	Producción	6.8	6.8	13:39:21		Demora operativa	00:00:52	00:00:30	00:00:31	00:08:37	00:00:00	00:00:10	00:09:48
15/01/2022	25	23	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	23	Producción	6.8	6.8	13:50:01			00:00:00	00:00:11	00:00:33	00:06:45	00:00:00	00:00:13	00:07:42
15/01/2022	26	24	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	24	Producción	6.8	6.8	13:57:43			00:00:00	00:00:13	00:00:30	00:08:35	00:00:00	00:00:24	00:09:42
15/01/2022	27	25	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	25	Producción	6.8	6.8	14:07:25			00:00:00	00:00:13	00:00:38	00:07:12	00:00:00	00:00:14	00:08:17
15/01/2022	28	26	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	26	Producción	6.8	6.8	14:15:42			00:00:00	00:00:12	00:00:29	00:10:41	00:00:00	00:00:32	00:11:54
15/01/2022	29	27	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	27	Producción	6.8	6.8	14:27:36			00:00:00	00:00:28	00:00:16	00:13:47	00:00:00	00:00:22	00:14:53
15/01/2022	30	28	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	28	Producción	6.8	6.8	14:42:29			00:00:00	00:00:21	00:00:20	00:09:49	00:00:00	00:00:19	00:10:49
15/01/2022	31	29	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324	29	Producción	6.8	6.8	14:53:18			00:00:00	00:00:15	00:00:57	00:14:37	00:00:00	00:00:23	00:16:12
15/01/2022	32	1	Flexirock	Arenisca, Limolita	3	4324		Producción	6.8	6.8	18:00:00		Atención - Mecánica	02:31:34	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
16/01/2022	36	1	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	1	Precorte	6.8	6.8	09:41:19			00:00:00	00:00:15	00:00:08	00:08:12	00:00:42	00:01:43	00:11:00
16/01/2022	37	2	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	2	Precorte	6.8	6.8	09:52:19			00:00:00	00:00:19	00:00:11	00:09:48	00:00:37	00:01:26	00:12:21
16/01/2022	38	3	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	3	Precorte	6.8	6.8	10:04:40		Demora operativa	00:00:47	00:00:14	00:00:15	00:08:25	00:00:56	00:01:42	00:11:32
16/01/2022	39	4	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	4	Precorte	6.8	6.8	10:16:59			00:00:00	00:00:14	00:00:14	00:08:11	00:00:40	00:01:19	00:10:38
16/01/2022	40	5	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	5	Precorte	6.8	6.8	10:27:37			00:00:00	00:00:14	00:00:14	00:04:26	00:00:39	00:01:23	00:06:56
16/01/2022	41	6	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	6	Precorte	6.8	6.8	10:34:33			00:00:00	00:00:17	00:00:16	00:08:11	00:00:33	00:00:55	00:10:12
16/01/2022	42	7	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	7	Precorte	6.8	6.8	10:44:45			00:00:00	00:00:14	00:00:15	00:08:08	00:01:02	00:00:51	00:10:30
16/01/2022	43	8	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	8	Precorte	6.8	6.8	10:55:15			00:00:00	00:00:22	00:00:16	00:08:25	00:00:47	00:00:53	00:10:43
16/01/2022	44	9	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	9	Precorte	6.8	6.8	11:05:58		Demora operativa	00:00:23	00:00:14	00:00:27	00:10:04	00:01:50	00:01:02	00:13:37
16/01/2022	45	10	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	10	Precorte	6.8	6.8	11:19:58			00:00:00	00:00:12	00:00:31	00:08:08	00:00:52	00:00:58	00:10:41
16/01/2022	46	11	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	11	Precorte	6.8	6.8	11:30:39		Demora operativa	00:00:51	00:00:12	00:00:17	00:10:10	00:00:48	00:01:42	00:13:09
16/01/2022	47	12	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	12	Precorte	6.8	6.8	11:44:39		Demora operativa	00:00:46	00:00:22	00:00:12	00:11:12	00:00:35	00:01:42	00:14:03
16/01/2022	48	13	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	13	Precorte	6.8	6.8	11:59:28			00:00:00	00:00:21	00:00:38	00:09:55	00:00:35	00:01:20	00:12:49
16/01/2022	49	14	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	14	Precorte	6.8	6.8	12:12:17		Almuerzo - Espera no operativo	00:38:52	00:00:19	00:00:14	00:09:28	00:01:50	00:00:54	00:12:45
16/01/2022	50	15	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	15	Precorte	6.8	6.8	13:03:54			00:00:00	00:00:27	00:00:38	00:09:39	00:00:32	00:00:57	00:12:13
16/01/2022	51	16	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	16	Precorte	6.8	6.8	13:16:07			00:00:00	00:00:25	00:00:15	00:11:10	00:00:41	00:01:02	00:13:33
16/01/2022	52	17	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	17	Precorte	6.8	6.8	13:29:40		Demora operativa	00:00:28	00:00:16	00:00:28	00:09:16	00:00:32	00:01:42	00:12:14
16/01/2022	53	18	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	18	Precorte	6.8	6.8	13:42:22			00:00:00	00:00:23	00:00:12	00:08:01	00:00:36	00:00:59	00:10:11
16/01/2022	54	19	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	19	Precorte	6.8	6.8	13:52:33			00:00:00	00:00:17	00:00:11	00:07:35	00:00:40	00:01:12	00:09:55
16/01/2022	55	20	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	20	Precorte	6.8	6.8	14:02:28			00:00:00	00:00:09	00:00:12	00:06:04	00:00:28	00:00:47	00:07:40
16/01/2022	56	21	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	21	Precorte	6.8	6.8	14:10:08		Espera no operativo	00:08:20	00:00:12	00:00:09	00:08:04	00:01:50	00:00:59	00:11:14
16/01/2022	57	22	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	22	Precorte	6.8	6.8	14:29:42			00:00:00	00:00:09	00:00:09	00:07:54	00:00:50	00:01:21	00:10:23
16/01/2022	58	23	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	23	Precorte	6.8	6.8	14:40:05			00:00:00	00:00:12	00:00:16	00:07:03	00:01:12	00:01:16	00:09:59
16/01/2022	59	24	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	24	Precorte	6.8	6.8	14:50:04			00:00:00	00:00:10	00:00:13	00:07:18	00:01:23	00:00:54	00:09:58
16/01/2022	60	25	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	25	Precorte	6.8	6.8	15:00:02			00:00:00	00:00:10	00:00:11	00:07:26	00:00:28	00:00:49	00:09:04
16/01/2022	61	26	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	26	Precorte	6.8	6.8	15:09:06			00:00:00	00:00:11					

16/01/2022	70	35	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	35	Precorte	6.8	6.8	16:55:19		00:00:00	00:00:14	00:00:07	00:07:39	00:01:13	00:00:48	00:10:01
16/01/2022	71	36	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	36	Precorte	6.8	6.8	17:05:20		00:00:00	00:00:08	00:00:09	00:07:18	00:00:14	00:01:05	00:08:54
16/01/2022	72	37	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	37	Precorte	6.8	6.8	17:14:14		00:00:00	00:00:05	00:00:11	00:05:51	00:00:12	00:00:45	00:07:04
16/01/2022	73	38	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	38	Precorte	6.8	6.8	17:21:18		00:00:00	00:00:11	00:00:17	00:05:35	00:00:15	00:00:43	00:07:01
16/01/2022	74	39	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	39	Precorte	6.8	6.8	17:28:19	Demora operativa	00:01:48	00:00:13	00:00:12	00:05:10	00:00:25	00:01:42	00:07:42
16/01/2022	75	40	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	40	Buffer	6.8	6.8	17:37:49		00:00:00	00:00:15	00:00:10	00:06:25	00:00:27	00:01:41	00:08:58
16/01/2022	76	41	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	41	Buffer	6.8	6.8	17:46:47		00:00:00	00:00:20	00:00:12	00:05:21	00:01:15	00:00:55	00:08:03
16/01/2022	77	42	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	42	Buffer	6.8	6.8	17:54:50	Demora operativa	00:01:30	00:00:16	00:00:10	00:10:23	00:01:50	00:00:59	00:13:38
19/01/2022	79	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	140	Producción	6.8	6.7	08:57:36	Reperforación - Demora operativa		00:00:36	00:00:54	00:04:05	00:01:13	00:03:10	00:09:58
19/01/2022	80	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	172	Producción	6.8	6.8	09:07:34	Reperforación - Demora operativa		00:00:19	00:00:45	00:01:42	00:01:10	00:01:03	00:04:59
19/01/2022	81	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	209	Producción	6.8	6.8	09:12:33	Reperforación - Demora operativa		00:01:04	00:01:04	00:11:01	00:00:34	00:01:09	00:14:52
19/01/2022	82	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	210	Producción	6.8	6.8	09:27:25	Reperforación - Demora operativa		00:00:20	00:01:55	00:17:32	00:00:00	00:01:55	00:21:42
19/01/2022	83	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	216	Producción	6.8	6.9	09:49:07	Espera no operativo	00:40:06	00:01:12	00:01:37	00:12:04	00:00:00	00:01:24	00:16:17
19/01/2022	84	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	226	Producción	6.8	6.7	10:45:30	Reperforación - Demora operativa		00:01:08	00:00:58	00:03:07	00:00:37	00:00:47	00:06:37
19/01/2022	85	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	225	Producción	6.8	6.5	10:52:07	Reperforación - Demora operativa		00:00:25	00:00:43	00:09:52	00:00:42	00:00:52	00:12:34
19/01/2022	86	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	125	Producción	6.8	6.1	11:04:41	Reperforación - Demora operativa		00:01:41	00:01:41	00:00:14	00:00:00	00:01:05	00:04:41
19/01/2022	87	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	133	Producción	6.8	6.33	11:09:22	Reperforación - Demora operativa		00:01:06	00:00:15	00:20:31	00:00:51	00:01:09	00:23:52
19/01/2022	88	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	132	Producción	6.8	6.5	11:33:14	Reperforación - Demora operativa		00:00:14	00:01:12	00:17:39	00:00:32	00:00:51	00:20:28
19/01/2022	89	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	118	Producción	6.8	6.4	11:53:42	Reperforación - Demora operativa		00:00:25	00:01:35	00:01:39	00:00:00	00:01:30	00:05:09
19/01/2022	90	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	159	Producción	6.8	6.6	11:58:51	Reperforación - Demora operativa		00:00:25	00:00:48	00:01:59	00:00:47	00:00:58	00:07:58
19/01/2022	91	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	158	Producción	6.8	6.6	12:06:49	Reperforación - Demora operativa		00:01:24	00:01:12	00:05:12	00:00:35	00:02:55	00:11:18
19/01/2022	92	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	157	Producción	6.8	6.6	12:18:07	Reperforación - Demora operativa		00:00:08	00:00:07	00:17:20	00:00:00	00:01:50	00:19:25
19/01/2022	93	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	150	Producción	6.8	6.8	12:37:32	Almuerzo - Espera no operativo	01:01:52	00:00:46	00:01:23	00:03:51	00:04:35	00:01:24	00:11:59
19/01/2022	94	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	87	Producción	6.8	6.8	13:51:23	Reperforación - Demora operativa		00:05:11	00:00:46	00:03:56	00:02:50	00:00:35	00:13:18
19/01/2022	95	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	116	Producción	6.8	6.4	14:04:41	Reperforación - Demora operativa		00:03:13	00:01:21	00:05:21	00:01:13	00:01:51	00:12:59
19/01/2022	96	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	121	Producción	6.8	6.3	14:17:40	Reperforación - Demora operativa		00:00:28	00:00:43	00:01:24	00:00:00	00:01:25	00:04:00
19/01/2022	97	Reperforación	DX 800	Arenisca, Limolita	3	4324	120	Producción	6.8	6.2	14:21:40	Reperforación - Demora operativa		00:00:36	00:01:01	00:21:44	00:01:20	00:01:23	00:26:04
20/01/2022	101	1	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	364	Producción	6.8	6.4	07:48:38		00:00:20	00:00:27	00:01:27	00:07:28	00:01:43	00:11:25	
20/01/2022	102	2	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	358	Producción	6.8	6.8	08:00:03		00:00:21	00:00:27	00:01:04	00:07:16	00:02:47	00:11:55	
20/01/2022	103	3	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	357	Producción	6.8	7	08:11:58		00:00:51	00:00:35	00:00:39	00:07:58	00:02:17	00:12:20	
20/01/2022	105	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	55	Precorte	6.8	5.9	09:24:41	Reperforación - Demora operativa	00:04:16	00:00:16	00:00:54	00:00:00	00:02:31	00:00:35	00:04:16
20/01/2022	106	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	54	Precorte	6.8	5.5	09:28:57	Reperforación - Demora operativa	00:07:02	00:01:04	00:00:29	00:00:32	00:04:04	00:07:02	
20/01/2022	107	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	52	Precorte	6.8	5.5	09:35:59	Reperforación - Demora operativa	00:06:32	00:00:28	00:00:20	00:00:41	00:04:01	00:01:02	00:06:32
20/01/2022	108	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	27	Precorte	6.8	6.1	09:42:31	Reperforación - Demora operativa	00:09:41	00:02:42	00:01:48	00:00:36	00:03:46	00:00:49	00:09:41
20/01/2022	109	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	28	Precorte	6.8	6.1	09:52:12	Reperforación - Demora operativa	00:06:26	00:00:31	00:00:22	00:00:33	00:04:01	00:00:59	00:06:26
20/01/2022	110	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	21	Precorte	6.8	5.9	09:58:38	Reperforación - Demora operativa	00:06:40	00:00:35	00:00:46	00:00:33	00:03:39	00:01:07	00:06:40
20/01/2022	111	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	15	Precorte	6.8	5.9	10:05:18	Reperforación - Demora operativa	00:09:40	00:00:45	00:00:32	00:00:30	00:04:00	00:03:53	00:09:40
20/01/2022	112	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	48	Buffer	6.8	5.5	10:14:58	Reperforación - Demora operativa	00:09:10	00:01:47	00:00:27	00:00:33	00:05:07	00:01:16	00:09:10
20/01/2022	113	Reperforación	DX 800	Arenisca, Dacita	3	4324	45	Buffer	6.8	5.3	10:24:08	Reperforación - Demora operativa	00:09:23	00:01:42	00:01:53	00:00:34	00:03:58	00:01:16	00:09:23
20/01/2022	116	4	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	359	Producción	6.8	6.3	11:14:51		00:00:46	00:00:34	00:00:16	00:09:49	00:00:52	00:14:06	
20/01/2022	117	5	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	361	Producción	6.8	7	11:28:57		00:00:52	00:00:34	00:00:16	00:09:49	00:00:52	00:12:17	
20/01/2022	118	6	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	360	Producción	6.8	6.6	11:41:14		00:00:46	00:00:34	00:00:16	00:09:49	00:00:52	00:12:17	
20/01/2022	119	7	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	355	Producción	6.8	6.6	11:54:21	Almuerzo - Espera no operativo	01:40:04	00:01:17	00:00:24	00:00:43	00:09:14	00:01:51	00:13:29
20/01/2022	120	8	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	349	Producción	6.8	6.8	13:47:54		00:00:16	00:02:03	00:00:35	00:09:25	00:00:45	00:13:04	
20/01/2022	121	9	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	343	Producción	6.8	7.4	14:00:58		00:00:42	00:00:55	00:00:36	00:10:15	00:02:38	00:15:06	
20/01/2022	122	10	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	348	Producción	6.8	7	14:16:04		00:00:29	00:00:26	00:00:37	00:08:42	00:01:37	00:11:51	
20/01/2022	123	11	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	353	Producción	6.8	6.9	14:27:55		00:00:17	00:01:29	00:00:36	00:08:00	00:01:19	00:11:41	
20/01/2022	124	12	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	342	Producción	6.8	7	14:39:36	Atención - Mecánica	02:00:14	00:02:21	00:01:45	00:00:39	00:08:58	00:01:13	00:14:56
20/01/2022	125	13	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	352	Producción	6.8	7	16:54:46		00:00:29	00:03:42	00:00:38	00:01:58	00:02:01	00:11:48	
20/01/2022	126	14	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	347	Producción	6.8	7.2	17:06:34		00:00:47	00:01:28	00:00:37	00:08:45	00:01:20	00:12:57	
20/01/2022	127	15	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	340	Producción	6.8	7.2	17:19:31		00:00:25	00:00:28	00:00:42	00:12:39	00:01:18	00:15:32	
20/01/2022	128	16	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	334	Producción	6.8	7.8	17:35:03		00:00:39	00:00:34	00:01:36	00:07:19	00:01:00	00:11:08	
20/01/2022	129	17	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	725	Producción	6.8	7.3	17:46:11		00:00:42	00:00:19	00:00:37	00:08:03	00:00:48	00:10:29	
20/01/2022	130	18	DX 800	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	322	Producción	6.8	7.2	17:56:40		00:00:30	00:00:17	00:00:45	00:08:34	00:00:55	00:11:01	
21/01/2022	133	1	DP1500I	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	155	Producción	6.8	7.1	07:55:43	Traslado de un punto a otro	00:10:35	00:00:20	00:00:44	00:00:58	00:00:42	00:00:55	00:09:39
21/01/2022	134	2	DP1500I	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	254	Producción	6.8	7.0	08:11:47	Espera no operativo	00:05:39	00:00:19	00:00:46	00:07:49	00:00:31	00:01:00	00:10:25
21/01/2022	135	3	DP1500I	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	253	Producción	6.8	7.0	08:22:44	Demora Operativa	00:01:17	00:00:19	00:00:22	00:06:57	00:01:02	00:01:00	00:09:40
21/01/2022	136	4	DP1500I	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	252	Producción	6.8	6.9	08:32:14	Demora Operativa	00:00:37	00:00:15	00:00:27	00:06:28	00:00:28	00:01:15	00:08:53
21/01/2022	137	5	DP1500I	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	251	Producción	6.8	6.9	08:41:07	Demora Operativa	00:00:08	00:00:17	00:00:32	00:06:16			

21/01/2022	140	8	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	248	Producción	6.8	6.7	09:10:35	Espera no operativo	00:00:26	00:00:16	00:00:22	00:07:31	00:00:32	00:01:03	00:09:44
21/01/2022	141	9	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	247	Producción	6.8	6.7	09:20:19	Demora Operativa	00:00:05	00:00:18	00:00:38	00:07:03	00:00:35	00:01:05	00:09:39
21/01/2022	142	10	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	275	Producción	6.8	6.4	09:30:58	Espera no operativo	00:00:07	00:00:56	00:00:36	00:07:05	00:00:40	00:01:15	00:10:32
21/01/2022	143	11	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	274	Producción	6.8	6.5	09:44:38	Espera no operativo	00:01:31	00:01:01	00:00:46	00:08:40	00:00:34	00:01:08	00:12:09
21/01/2022	144	12	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	273	Producción	6.8	6.5	09:59:00	Espera no operativo	00:03:00	00:00:31	00:00:50	00:08:30	00:00:31	00:01:00	00:11:22
21/01/2022	145	13	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	208	Producción	6.8	6.4	10:19:15	Espera no operativo	00:10:29	00:01:12	00:00:41	00:06:34	00:00:39	00:00:40	00:09:46
21/01/2022	146	14	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	209	Producción	6.8	6.3	10:31:42	Demora Operativa	00:04:33	00:00:14	00:00:28	00:05:39	00:00:30	00:01:03	00:07:54
21/01/2022	147	15	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	210	Producción	6.8	6.4	10:39:36	Demora Operativa	00:00:09	00:00:23	00:00:33	00:05:07	00:00:43	00:00:59	00:07:45
21/01/2022	148	16	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	211	Producción	6.8	6.5	10:47:21	Demora Operativa	00:00:11	00:00:21	00:00:33	00:05:29	00:00:42	00:00:29	00:07:34
21/01/2022	149	17	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	212	Producción	6.8	6.6	10:58:15	Demora Operativa	00:01:52	00:00:15	00:00:38	00:06:35	00:00:36	00:00:58	00:09:02
21/01/2022	150	18	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	213	Producción	6.8	6.5	11:10:17	Espera no operativo	00:02:48	00:00:14	00:00:41	00:06:30	00:00:46	00:01:03	00:09:14
21/01/2022	151	19	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	214	Producción	6.8	6.5	11:22:05	Demora Operativa	00:01:51	00:00:32	00:00:34	00:07:10	00:00:36	00:01:05	00:09:57
21/01/2022	152	20	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	215	Producción	6.8	6.6	11:34:02	Demora Operativa	00:01:39	00:00:19	00:00:39	00:07:31	00:00:34	00:01:15	00:10:18
21/01/2022	153	21	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	216	Producción	6.8	6.6	11:44:20	Demora Operativa	00:00:23	00:00:19	00:00:31	00:07:38	00:00:28	00:00:59	00:09:55
21/01/2022	154	22	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	217	Producción	6.8	6.8	11:57:10	Espera no operativo	00:02:47	00:00:26	00:00:59	00:06:57	00:00:40	00:01:01	00:10:03
21/01/2022	155	23	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	218	Producción	6.8	6.9	12:07:13	Demora Operativa	00:00:31	00:00:34	00:00:25	00:06:47	00:00:33	00:01:13	00:09:32
21/01/2022	156	24	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	219	Producción	6.8	6.9	12:16:45	Demora Operativa	00:00:18	00:00:21	00:00:34	00:06:21	00:00:35	00:01:23	00:09:14
21/01/2022	157	25	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	220	Producción	6.8	6.9	12:25:59	Demora Operativa	00:00:40	00:00:17	00:00:15	00:06:34	00:00:35	00:00:53	00:08:34
21/01/2022	158	26	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	221	Producción	6.8	6.1	12:36:06	Espera no operativo	00:00:06	00:00:16	00:00:20	00:07:12	00:00:34	00:01:39	00:10:01
21/01/2022	159	27	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	Fase 02	4246	222	Producción	6.8	7.0	12:48:21	Espera no operativo	00:04:00	00:00:11	00:00:20	00:05:52	00:00:33	00:01:19	00:08:15
23/01/2022	163	1	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	175	Producción	6.8	6.4	07:18:43		00:00:00	00:00:17	00:00:26	00:10:52	00:00:00	00:00:17	00:11:52
23/01/2022	164	2	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	206	Producción	6.8	6.4	07:30:35		00:00:00	00:00:14	00:00:21	00:12:14	00:00:00	00:00:22	00:13:11
23/01/2022	165	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246		Producción	6.8		07:43:46	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:06:26	00:01:04	00:16:57	00:00:00	00:00:31	00:24:58
23/01/2022	166	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246		Producción	6.8		08:08:44	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:01:10	00:01:03	00:13:14	00:00:00	00:00:17	00:15:44
23/01/2022	167	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	323	Producción	6.8	6.9	08:24:28	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:02:15	00:00:24	00:00:55	00:00:00	00:00:34	00:04:08
23/01/2022	168	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	322	Producción	6.8	7.2	08:28:36	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:00:30	00:00:15	00:00:54	00:00:00	00:00:17	00:01:56
23/01/2022	169	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	333	Producción	6.8	7.5	08:30:32	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:00:15	00:00:15	00:01:35	00:00:00	00:00:25	00:02:30
23/01/2022	170	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	332	Producción	6.8	7.6	08:33:02	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:00:27	00:00:17	00:01:16	00:00:00	00:00:12	00:02:12
23/01/2022	171	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	311	Producción	6.8	7.1	08:35:14	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:02:36	00:00:23	00:01:06	00:00:00	00:01:04	00:05:09
23/01/2022	172	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	328	Producción	6.8	7.3	08:40:23	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:00:32	00:00:34	00:01:15	00:00:00	00:00:28	00:02:49
23/01/2022	174	Reperforación	DP15001	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	225	Producción	6.8	7.2	08:49:41	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:00:45	00:01:33	00:10:05	00:00:00	00:02:12	00:14:35
23/01/2022	176	Reperforación	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	290	Producción	6.8	7.1	09:19:27	Reperforación - Demora operativa	00:00:00	00:01:30	00:00:25	00:02:44	00:00:00	00:01:12	00:05:51
23/01/2022	177	3	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	288	Producción	6.8	7.1	09:25:18		00:00:00	00:00:27	00:00:50	00:05:05	00:00:00	00:00:29	00:06:51
23/01/2022	178	4	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	287	Producción	6.8	7.2	09:32:09		00:00:00	00:00:21	00:00:23	00:02:52	00:00:00	00:00:21	00:03:57
23/01/2022	179	5	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	286	Producción	6.8	6.9	09:36:06	Espera no operativo	00:04:19	00:00:13	00:00:46	00:03:10	00:00:00	00:00:10	00:04:19
23/01/2022	180	6	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	270	Producción	6.8	6.6	09:40:25	Espera no operativo	00:08:31	00:00:23	00:00:22	00:07:30	00:00:00	00:00:16	00:08:31
23/01/2022	181	7	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	269	Producción	6.8	6.9	09:48:56	Espera no operativo	00:06:24	00:00:25	00:00:24	00:05:22	00:00:00	00:00:22	00:06:33
23/01/2022	182	8	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	268	Producción	6.8	6.9	10:01:53		00:00:00	00:00:11	00:00:19	00:07:49	00:00:00	00:00:20	00:08:39
23/01/2022	183	9	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	267	Producción	6.8	6.8	10:10:32		00:00:00	00:00:15	00:00:19	00:04:36	00:00:00	00:00:12	00:05:22
23/01/2022	184	10	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	266	Producción	6.8	6.8	10:15:54		00:00:00	00:00:12	00:00:18	00:12:27	00:00:00	00:00:32	00:13:29
23/01/2022	185	11	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	265	Producción	6.8	6.8	10:29:23		00:00:00	00:00:12	00:00:35	00:04:19	00:00:00	00:00:16	00:05:22
23/01/2022	186	12	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	264	Producción	6.8	7.1	10:34:45		00:00:00	00:00:13	00:00:56	00:05:14	00:00:00	00:00:07	00:06:30
23/01/2022	187	13	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	263	Producción	6.8	6.8	10:41:15		00:00:00	00:00:06	00:00:25	00:07:29	00:00:00	00:00:25	00:08:25
23/01/2022	188	14	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	262	Producción	6.8	7	10:49:40	Demora operativa	00:01:05	00:00:31	00:00:24	00:08:58	00:00:00	00:00:10	00:10:03
23/01/2022	189	15	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	229	Producción	6.8	7.1	11:00:48	Demora operativa	00:00:48	00:00:34	00:00:34	00:06:58	00:00:00	00:00:24	00:08:30
23/01/2022	190	16	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	230	Producción	6.8	7.1	11:10:06		00:00:00	00:00:17	00:00:15	00:05:47	00:00:00	00:00:11	00:06:30
23/01/2022	191	17	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	231	Producción	6.8	7.1	11:16:36	Espera no operativo	00:04:24	00:00:38	00:00:24	00:03:46	00:00:00	00:00:22	00:05:10
23/01/2022	192	18	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	232	Producción	6.8	7.1	11:26:10		00:00:00	00:00:13	00:00:26	00:05:05	00:00:00	00:00:22	00:06:06
23/01/2022	193	19	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	233	Producción	6.8	6.9	11:32:16		00:00:00	00:00:11	00:00:12	00:05:33	00:00:00	00:00:11	00:06:07
23/01/2022	194	20	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	234	Producción	6.8	6.9	11:38:23		00:00:00	00:00:11	00:00:18	00:04:53	00:00:00	00:00:12	00:05:34
23/01/2022	195	21	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	235	Producción	6.8	6.8	11:43:57		00:00:00	00:00:12	00:00:18	00:10:04	00:00:00	00:00:13	00:10:47
23/01/2022	196	22	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	236	Producción	6.8	6.8	11:54:44	Espera no operativo	00:05:22	00:00:19	00:00:09	00:11:50	00:00:00	00:00:17	00:12:35
23/01/2022	197	23	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	237	Producción	6.8	6.6	12:12:41	Demora operativa	00:01:26	00:00:11	00:00:23	00:14:20	00:00:00	00:00:16	00:15:10
23/01/2022	198	24	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	205	Producción	6.8	6.9	12:29:17	Demora operativa	00:00:47	00:00:30	00:00:18	00:11:04	00:00:00	00:00:20	00:12:12
23/01/2022	199	25	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	204	Producción	6.8	6.6	12:42:16	Almuerzo - Espera no operativo	00:50:49	00:00:10	00:00:44	00:08:35	00:00:00	00:00:15	00:09:44
23/01/2022	200	26	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	203	Producción	6.8	6.9	13:42:49		00:00:00	00:00:13	00:00:13	00:10:09	00:00:00	00:00:12	00:10:47
23/01/2022	201	27	Flexirock	Caliza, Marmol, Brecha	2	4246	202	Producción	6.8	6	13:53:36		00:00:00	00:00:13	00:00:17	00:09:33	00:00:		