UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

INFORME DE EXAMEN PROFESIONAL

"OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PERFORACIÓN DOWN THE HOLE DTH PRECORTE A TRAVÉS DE UN ESTUDIO COMPARATIVO DE BROCAS"

PRESENTADO POR:

Bach. Keny Marquiño Vallejos Copacati

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

INFORME DE EXAMEN PROFESIONAL

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PERFORACIÓN DOWN THE HOLE DTH PRECORTE A TRAVÉS DE UN ESTUDIO COMPARATIVO DE BROCAS”

Examen Profesional aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N°505-2022-UNAM, de fecha 15 de julio de 2022.

ASESOR .....

Dr. Arquímedes León Vargas Luque

BACHILLER .....

Keny Marquiño Vallejos Copacati

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA SECRETARIO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 028

ACTA DE TITULACIÓN

I. Modalidad:

Examen Profesional

II. Documento de aprobación:

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 505 - 2022 - UNAM

Fecha: 15 - 07 - 2022

III. Título de Informe de Examen Profesional:

" OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PERFORACIÓN DOWN THE HOLE DTH PRECORTE A TRAVÉS DE UN ESTUDIO COMPARATIVO DE BROCAS"

Bachiller: KENY MARQUIÑO, VALLEJOS COPACATI

Asesor Principal: DR. ARQUÍMEDES LEÓN, VARGAS LUQUE

Co-Asesor :

IV. Se dictamina con las siguientes notas:

Examen Escrito: 15 Entrevista: 3 Promedio: 18

Promedio en letras: DIECIOCHO por lo que: Sí X No

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 10:00 horas, del 04 de OCTUBRE del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado.

DR. MARCOS LUIS, QUISPE PEREZ
Presidente del comité de grados y títulos
de Examen Profesional
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

DR. ARQUÍMEDES LEÓN, VARGAS LUQUE
Director
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

KENY MARQUIÑO, VALLEJOS COPACATI
BACHILLER

DR. ARQUÍMEDES LEÓN, VARGAS LUQUE
Asesor
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

DEDICATORIA

El presente informe lo dedico a mis padres, por su sacrificio y trabajo de todos estos años, ya que gracias a ustedes llegue a cumplir una mis metas. Siento felicidad y orgullo de ustedes.

A mis hermanos por su incondicional apoyo durante mi vida universitaria y personal.

A las personas que compartieron sus experiencias y conocimientos para lograr el presente informe.

AGRADECIMIENTO

A mi papá Roberto Vallejos Vilca, mamá Olga Copacati Apaza y hermanos ya que siempre estuvieron y están conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida, por sus recomendaciones y motivaciones para continuar con mi vida personal y profesional.

A la Universidad Nacional de Moquegua, mi casa superior de estudios, conformado por docentes de amplios conocimientos en minería que contribuyeron en mi formación de pregrado.

.

RESUMEN

En el presente informe aborda el tema de la optimización del proceso de perforación DTH precorte a través de un estudio comparativo de brocas, debido al alto consumo de aceros y el alto costo que ello representa e influye directamente en el costo total de perforación. El objetivo principal fue minimizar el costo total de perforación DTH durante las operaciones de la perforación precorte en mina Cuajone, en base a una prueba de brocas Mincon modelo cóncava y convexa. Para concretar nuestro objetivo se registró la información respecto a las pruebas de las brocas, dureza de la roca a perforar, tipo de broca, serie, condición y rendimiento para determinar la velocidad de penetración, costo parcial y costo total en mina Cuajone. Por ultimo a través de la prueba de brocas Mincon cóncava y convexa se logró minimizar el costo total de perforación y aumentar la velocidad de penetración generando mayor rentabilidad en la empresa, en comparación al costo total de perforación de la broca Drillco que se utilizaba.

Palabras Clave: Optimización, Costo Total de Perforación, Perforación DTH.

ABSTRACT

This report addresses the issue of optimization of the pre-cut DTH drilling process through a comparative study of drill bits, due to the high consumption of steel and the high cost that this represents and directly influences the total cost of drilling.The main objective was to minimize the total cost of DTH drilling during presplit drilling operations at the Cuajone mine, based on a concave and convex model Mincon drill bit test.To achieve our objective, information was recorded regarding the tests of the bits, hardness of the rock to be drilled, type of bit, series, condition and performance to determine the rate of penetration, partial cost and total cost in the Cuajone mine.Finally, through the concave and convex Mincon drill bit test, it was possible to minimize the total cost of drilling and increase the speed of penetration, generating greater profitability in the company, compared to the total cost of drilling the Drillco bit that was used.

Keywords: Optimization, Total Cost of Drilling, DTH Drilling.

INDICE

DEDICATORIA I
AGRADECIMIENTO II
RESUMEN III
ABSTRACT IV
INDICE V
INDICE DE TABLAS VII
INDICE DE FIGURAS VIII
LISTA DE ACRONIMOS Y ABREVIATURAS IX
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 2
ASPECTOS GENERALES 2
1.1. Descripción de la empresa. 2
1.1.1. Ubicación 2
1.1.2. Accesibilidad. 3
1.1.3. Visión y misión de la empresa 3
1.1.4. Historia 4
CAPÍTULO II 5
DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA 5
2.1. Perforación de precorte 6
2.2. Cambio de aceros de perforación 6
2.3. Prueba de brocas en la perforación DTH 7
CAPÍTULO III 13
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS 13
3.1. Antecedentes 13
3.1.1. Antecedentes Internacionales 13
3.1.2. Antecedentes Nacionales 14
3.2. Objetivos 14
3.2.1. Objetivo General 14
3.2.2. Objetivo Específico 14
CAPÍTULO IV 15
DISCUSIÓN Y APORTES 15

4.1. Discusión 15
4.2. Mejoras con la prueba de brocas Mincon cóncava y convexa 16
4.2.1. Mejora en la velocidad de penetración 16
4.2.2. Mejora en el costo total de perforación 16
CONCLUSIONES 17
RECOMENDACIONES 18
REFERENCIAS 19

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 3
Accesibilidad 3
Tabla 2 5
Equipos de perforación precorte 5
Tabla 3 7
Resumen del costo total de perforación 7
Tabla 4 7
Brocas cóncavas a prueba 7
Tabla 5 8
Brocas convexas a prueba 8
Tabla 6 8
Dureza, vida útil y velocidad de penetración de las brocas cóncavas 8
Tabla 7 9
Dureza, vida útil y velocidad de penetración de las brocas convexas 9
Tabla 8 9
Costo parcial de perforación por dureza, modelo cóncava 9
Tabla 9 10
Costo parcial de perforación por dureza, modelo convexa 10
Tabla 10 10
Ecuación del costo total de perforación 10
Tabla 11 11
Costos operacionales 11
Tabla 12 11
Análisis del costo total de perforación, broca cóncava 11
Tabla 13 12
Análisis del costo total de perforación, broca convexa 12
Tabla 14 12
Resumen de costo parcial, total y velocidad de penetración 12

INDICE DE FIGURAS

Figura 01 6

Perforación precorte 6

LISTA DE ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

TDC: Costo total de perforación.

PDC: Costo parcial de perforación.

ROP: Velocidad de penetración.

UTM: Sistema cilíndrico transverso conforme.

DTH: Perforación con martillo en fondo.

INTRODUCCIÓN

Las compañías mineras nacionales o transnacionales en el Perú dedicadas a la explotación de minerales en minería superficial o subterránea en los últimos años se han enfocado en evaluar e implementar optimas tecnologías que ayuden a maximizar la productividad y rentabilidad en las diferentes áreas que existe dentro de una operación minera, siendo el caso la optimización el proceso de perforación DTH precorte en base a una prueba de brocas Mincon cóncava y convexa que ayude a reducir o minimizar el costo total de perforación.

En el actual informe se detalla sobre la minimización del costo total de perforación DTH precorte en base a un estudio comparativo de brocas para maximizar la rentabilidad de las operaciones de la empresa Pevoex Contratistas S.A.C. en mina Cuajone.

En el Capítulo I, Se describe los aspectos generales relacionados a la empresa Pevoex Contratistas S.A.C,

En el Capítulo II, Se detalla las actividades que se realizaron en el área de perforación precorte en Mina Cuajone.

En el Capítulo III, Se muestran los antecedentes internacionales y nacionales, que resultan de trabajos de investigación y la relación que sostienen con la optimización de procesos de perforación en base a pruebas de brocas aumentando la velocidad de penetración.

En el Capítulo IV, Se presentan los mejoras y resultados en relación a la optimización de los procesos de perforación, determinando cuantitativamente el estudio.

Y por último en el Capítulo V, Se encuentran las conclusiones a las que se llegó posteriormente al estudio comparativo de las brocas y las recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción de la empresa.

La empresa Pevoex Contratistas S.A.C, tiene su oficina principal en el Distrito de Surco en la Av. Circunvalación Club de Golf Los Incas N° 154 oficina 404 en el departamento de Lima.

La organización presta servicios de acondicionamiento primario para ejecutar infraestructura en el sector de la construcción y extractivos, entre los cuales son, perforación y voladura de rocas, movimiento de tierras y recrecimiento de presas de relaves. Posee una amplia experiencia calificada y certificada la misma que garantiza el cumplimiento y la calidad de sus servicios prestados a sus clientes.

Además, la empresa brinda servicios adicionales como, capacitación a empresas, consultoría, costos y presupuestos en minería, planeamiento de minado y análisis de factibilidad de proyectos en construcción y minería.

1.1.1. Ubicación.

El yacimiento de cobre se encuentra en la franja oeste de la cordillera occidental en el sur del Perú, Cuajone es una mina de cobre que se explota a cielo abierto y esta concesionado a la empresa transnacional Southern Cooper Corporation, en el distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.

La unidad de producción de Cuajone se encuentra a una altura aproximada que va desde los 3330 hasta los 3820 m.s.n.m. en las siguientes coordenadas UTM: E: 538 200 – 542 000 y N: 8 400 000 – 8 780 000.

1.1.2. Accesibilidad.

Para arribar a mina Cuajone (Ver Tabla 1) primeramente debe de dirigirse al departamento de Moquegua desde cualquier sitio del Peru, a partir de allí deberá de seguir la ruta por Torata para finalmente llegar al campamento minero.

Tabla 1

Accesibilidad

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO
MOQUEGUA - SAMEGUA	4.5 km	10 min
SAMEGUA - TORATA	21.8 km	30 min
TORATA - CUAJONE	28.1 km	42 min

Nota: Elaborado por el autor.

1.1.3. Visión y misión de la empresa.

Visión:

Ser la empresa especializada líder en servicios de ingeniería y construcción en obras mineras y civiles; en perforación y voladura de rocas, movimiento de tierras y construcción de presas de relaves. Ser una empresa respetada y reconocida a nivel nacional e internacional.

Misión:

Trabajar con los más altos estándares de seguridad, calidad y medio ambiente, en la prestación de nuestros servicios, generando valor para nuestros clientes, para nuestra gente y para las comunidades donde desarrollamos nuestras operaciones a partir del cumplimiento que exige la ley, la ética y los valores.

1.1.4. Historia

La empresa Pevoex Contratistas S.A.C, inicia sus actividades en el año 2001, realizando servicios de carguío de explosivos, amarre y disparos en el rubro de la construcción y minería.

La empresa actualmente realiza servicios especializados como:

- Operaciones mineras
- Perforación
- voladura de rocas
- movimiento de tierras
- servicio de precorte para minas a cielo abierto
- construcción de presa de relaves
- obras civiles,
- sostenimiento de taludes
- túneles.

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

La actividad específica consiste en la optimización del proceso de la perforación precorte por medio de un análisis comparativo de brocas en la unidad minera Cuajone.

Dentro del ciclo de minado en minería superficial se encuentra los trabajos de perforación precorte y realizan con la finalidad de crear un plano de agrietamiento entre taladros de pequeño diámetro que se encuentran al pie del talud a una distancia de 2 metros. En el trabajo es prioridad cumplir con el plan de perforación por disparo y mensualmente en el plazo establecido por el cliente y para realizarlos hacemos uso constante de los aceros de perforación y ello conlleva un costo, entonces el área se ve en la necesidad de optimizar el costo total de perforación.

Las actividades de prueba se ejecutaron con 02 operadores y su equipo respectivamente (Ver Tabla 2).

Tabla 2

Equipos de perforación precorte

Equipo	Modelo	Marca
Perforadora hidráulica	Roc L8	Atlas Copco
Perforadora hidráulica	FlexiROC D65	Atlas Copco

Nota Elaboración propia.

A continuación, se describe las labores ejecutadas por el área de perforación precorte de la empresa Pevoex Contratistas S.A.C en mina Cuajone:

2.1. Perforación de precorte

La finalidad del precorte es reducir las presiones en el pozo para causar grietas entre los pozos adyacentes en la fila del precorte. En el desarrollo es fundamental considerar una fila de pozos con un corto espaciamiento, una baja densidad de carga del explosivo y una simultaneidad en la iniciación para generar un plano de corte mediante una grieta. Ver Figura 1.

Figura 01

Perforación precorte



Nota: Imagen extraída de la empresa Pevoex Contratistas.

2.2. Cambio de aceros de perforación

Debido a los riesgos que engloba un acero en condiciones inadecuadas es que se hace el cambio para evitar daños a los equipos. Los aceros son herramientas de diferentes marcas, diseñadas para trabajos duros en roca y para acoplarse a las perforadoras más empleadas en el sector minero, construcción, canteras o túneles, y a la vez indispensables, debido al funcionamiento del mismo, ejemplo, las barras, martillo, broca y porta broca.

2.3. Prueba de brocas en la perforación DTH

Durante las operaciones de perforación precorte se coordinó el registro de rendimiento, condición de la broca y en qué equipo fue utilizado durante la prueba.

Se utilizó para la prueba de optimización 2 modelos de broca de la marca Mincon, 8 brocas cóncavas y 12 convexas, y se comparó con el valor de la media estadística del historial de costo total de perforación de la broca Drillco que ya se utilizaba, con el propósito de encontrar el acero óptimo en rendimiento y costo para nuestras operaciones.

Con el uso de la broca Drillco en la perforación precorte tenía un costo total de perforación de 8.57 dólares por metro perforado, Ver Tabla 3.

Tabla 3

Resumen del costo total de perforación

BROCA	VIDAD UTIL (m)	ROP (m/h)	PDC (US$/m)	TDC (US$/m)
DRILLCO	1060	25.70	0.55	8.57

Nota: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 4 y Tabla 5 se muestran el registro de la perforadora, modelo y serie de la broca que se utilizó para la prueba.

Tabla 4

Brocas cóncavas a prueba

PERFORADORA	TIPO	SERIE
ROC L8	CONCAVA	152379
ROC L8	CONCAVA	152365
ROC L8	CONCAVA	152438
FLEXIROCD65	CONCAVA	152370
ROC L8	CONCAVA	152373
FLEXIROCD65	CONCAVA	152363
FLEXIROCD65	CONCAVA	152398
ROC L8	CONCAVA	152386

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5

Brocas convexas a prueba

PERFORADORA	TIPO	SERIE
FLEXIROCD65	CONVEXA	152462
ROC L8	CONVEXA	152443
FLEXIROCD65	CONVEXA	152476
FLEXIROCD65	CONVEXA	152469
FLEXIROCD65	CONVEXA	152456
FLEXIROCD65	CONVEXA	152471
ROC L8	CONVEXA	152428
FLEXIROCD65	CONVEXA	152444
ROC L8	CONVEXA	152433
ROC L8	CONVEXA	152481
ROC L8	CONVEXA	152457
FLEXIROCD65	CONVEXA	152478

Nota: Elaboración propia.

Se presentaron algunas pruebas en los que se tuvo que reemplazar la broca, debido a que las condiciones del medio insitu a perforar no favorecía al mismo y como consecuencia de ello es que se redujo la vida útil. Posteriormente también se registró la vida útil, dureza y velocidad de penetración. Ver Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6

Dureza, vida útil y velocidad de penetración de las brocas cóncavas

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	METROS	ROP
ROC L8	SUAVE	152379	1020	31.10
ROC L8	SUAVE	152365	1139	31.10
ROC L8	SUAVE	152438	1401	31.10
FLEXIROCD65	DURA	152370	1309	28.60
ROC L8	DURA	152373	1122	28.60
FLEXIROCD65	MUY DURA	152363	459	28.60
FLEXIROCD65	DURA	152398	1258	28.60
ROC L8	SUAVE	152386	357	28.60

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Dureza, vida útil y velocidad de penetración de las brocas convexas

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	METROS	ROP
FLEXIROCD65	DURA	152462	839	26.50
ROC L8	DURA	152443	1285	26.70
FLEXIROCD65	MUY DURA	152476	288	25.80
FLEXIROCD65	SUAVE	152469	4622	52.80
FLEXIROCD65	DURA	152456	1015	32.90
FLEXIROCD65	SUAVE	152471	1803	58.40
ROC L8	DURA	152428	760	24.60
FLEXIROCD65	DURA	152444	738	26.70
ROC L8	DURA	152433	518	24.60
ROC L8	MUY DURA	152481	352	27.20
ROC L8	DURA	152457	527	27.30
FLEXIROCD65	DURA	152478	1631	35.10

Nota: Elaboración propia.

En base a la información recopilada se procedió a realizar el análisis de costo parcial de perforación por dureza y modelo de broca. Ver Tabla 8 y Tabla 9.

Tabla 8

Costo parcial de perforación por dureza, modelo cóncava

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	METROS	PDC
ROC L8	SUAVE	152379	1020	0.50
ROC L8	SUAVE	152365	1139	0.45
ROC L8	SUAVE	152438	1401	0.37
FLEXIROCD65	DURA	152370	1309	0.39
ROC L8	DURA	152373	1122	0.46
FLEXIROCD65	MUY DURA	152363	459	1.12
FLEXIROCD65	DURA	152398	1258	0.41
ROC L8	SUAVE	152386	357	1.44

Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Costo parcial de perforación por dureza, modelo convexa

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	METROS	PDC
FLEXIROCD65	DURA	152462	839	0.61
ROC L8	DURA	152443	1285	0.40
FLEXIROCD65	MUY DURA	152476	288	1.78
FLEXIROCD65	SUAVE	152469	4622	0.11
FLEXIROCD65	DURA	152456	1015	0.51
FLEXIROCD65	SUAVE	152471	1803	0.28
ROC L8	DURA	152428	760	0.68
FLEXIROCD65	DURA	152444	738	0.70
ROC L8	DURA	152433	518	0.99
ROC L8	MUY DURA	152481	352	1.46
ROC L8	DURA	152457	527	0.97
FLEXIROCD65	DURA	152478	1631	0.31

Nota: Elaboración propia.

En el análisis por dureza de la broca cóncava que se realizó se obtuvo un promedio de vida de 1008.13 metros y en el costo parcial de perforación promedio por roca suave resulto 0.69 US$/m, roca dura de 0.42 US$/m y roca muy dura de 1.12 US$/m. Posteriormente durante el análisis por dureza de la broca convexa se obtuvo un promedio de vida de 887.00 metros y el costo parcial de perforación promedio por roca suave resulto 0.20 US$/m, roca dura de 0.65 US$/m y roca muy dura de 1.62 US$/m.

Finalmente procedimos a evaluar el costo total de perforación en el cual incluye el costo y vida útil de la broca y martillo, costo horario del equipo y velocidad de penetración. La cual se expresa en la siguiente ecuación. Ver Tabla 10.

Tabla 10

Ecuación del costo total de perforación

$$TDC = \frac{costo\ de\ la\ broca}{rendimiento\ broca} + \frac{costo\ del\ martillo}{rendimiento\ martillo} + \frac{costo\ horario\ del\ equipo}{velocidad\ de\ penetracion}$$

Nota: Elaboración propia.

Los costos operacionales de la perforación precorte se detallan en la Tabla 11, para poder evaluar el costo total de perforación.

El costo horario de operación del equipo tiene alcance a costos de repuestos de mantenimiento, elementos de desgaste, filtros, lubricantes, y mano de obra. El costo del martillo tiene precio fijo al igual que la broca.

Tabla 11

Costos operacionales

COSTOS OPERACIONALES		
COSTO HORARIO	180	US$/h
COSTO DEL MARTILLO	4500	US$
COSTO DE LA BROCA	513	US$
RENDIMIENTO DEL MARTILLO	5250	m

Nota: Elaboración propia.

La determinación del costo total de perforación se calculó en base los costos establecidos y rendimientos alcanzados durante las operaciones de perforación del precorte. Ver Tabla 12 y Tabla 13.

Tabla 12

Análisis del costo total de perforación, broca cóncava

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	ROP	PDC	TDC
ROC L8	SUAVE	152379	31.10	0.50	7.15
ROC L8	SUAVE	152365	31.10	0.45	7.10
ROC L8	SUAVE	152438	31.10	0.37	7.01
FLEXIROCD65	DURA	152370	28.60	0.39	7.54
ROC L8	DURA	152373	28.60	0.46	7.61
FLEXIROCD65	MUY DURA	152363	28.60	1.12	8.27
FLEXIROCD65	DURA	152398	28.60	0.41	7.56
ROC L8	SUAVE	152386	28.60	1.44	8.59

Nota: Elaboración propia.

Tabla 13

Análisis del costo total de perforación, broca convexa

PERFORADORA	DUREZA	SERIE	ROP	PDC	TDC
FLEXIROCD65	DURA	152462	26.50	0.61	8.26
ROC L8	DURA	152443	26.70	0.40	8.00
FLEXIROCD65	MUY DURA	152476	25.80	1.78	9.62
FLEXIROCD65	SUAVE	152469	52.80	0.11	4.38
FLEXIROCD65	DURA	152456	32.90	0.51	6.83
FLEXIROCD65	SUAVE	152471	58.40	0.28	4.22
ROC L8	DURA	152428	24.60	0.68	8.85
FLEXIROCD65	DURA	152444	26.70	0.70	8.29
ROC L8	DURA	152433	24.60	0.99	9.16
ROC L8	MUY DURA	152481	27.20	1.46	8.93
ROC L8	DURA	152457	27.30	0.97	8.42
FLEXIROCD65	DURA	152478	35.10	0.31	6.30

Nota: Elaboración propia.

Con el costo total de perforación obtenido por modelo de broca Mincon se procedió a comparar con el rendimiento y costo total de perforación de la broca Drillco. Ver Tabla 14.

Tabla 14

Resumen de costo parcial, total y velocidad de penetración

BROCA	VIDAD UTIL	ROP	PDC	TDC
DRILLCO	1060	25.70	0.55	8.57
MINCON CONCAVA	1008	29.50	0.64	7.60
MINCON CONVEXA	887	30.50	0.79	7.90

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

3.1. Antecedentes

3.1.1. Antecedentes Internacionales

Una mejora en los procesos que ayude a sostener una velocidad de penetración más alto puede minimizar notablemente los costos y tiempo de perforación (Cruz, 2006).

La inclinación presente de la perforación es cada vez más crítica y ofrecerán desafíos, los cuales habrá que solucionar explorando continuamente la optimización de los procesos (Espinosa, 2011).

En minería se requiere de un permanente análisis de sus procesos, para adecuarlos a los avances de investigación que se desarrollan para mejorar la eficacia y beneficio de los proyectos (Sánchez, 2012).

La perforación hidráulica roto percutiva mejora el progreso notablemente porque es un trabajo mecanizado con mayor potencia y velocidad de perforación (Guamán, 2016).

Estas iniciativas de mejora de procesos permiten aumentar la probabilidad de, aumentar la producción, aumentar los indicadores operacionales de rendimiento efectivo y utilización efectiva, generando valor en la operación (Polanco, 2016).

3.1.2. Antecedentes Nacionales

El factor de alta incidencia es la velocidad de penetración, porque tanto el costo total de perforación y velocidad de penetración son magnitudes a la inversa proporcionales Llaique et al (2015).

La velocidad de perforación aumento considerablemente, lo que proporcionalmente causo la minimización del costo total de perforación, logrando rentabilidad (Valderrama, 2018).

Se pudo elevar la productividad de los procesos de perforación ya que se incrementó el rendimiento de metros avanzados, y se alcanzó minimizar los costos debido a que la broca elegida tiene un precio menor (Carranza, 2019).

Después del análisis comparativo en medio de los datos de la zona de ambos aceros se identificó mejoras en la velocidad de perforación y disminuyendo los costos de perforación (Portal et al, 2020).

El resultado de la prueba de dos columnas de perforación se ha obtenido, con la columna rotativa un menor costo total de perforación en comparación a la columna con sistema de rotopercusión. Espire (2021).

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General

- Minimizar el costo total de perforación precorte, sobre la base de una prueba de brocas.

3.2.2. Objetivo Específico

- Determinar la broca de mayor vida útil y menor costo total de perforación.
- Cuantificar la reducción del costo total de perforación para las brocas óptimas.

CAPÍTULO IV
DISCUSIÓN Y APORTES

4.1. Discusión

En el presente informe se logró minimizar el costo total de perforación, en base a una prueba de brocas, esto concuerda con Sánchez (2012) quien menciona que se requiere de un permanente análisis de los procesos, para mejorar la eficacia y beneficio de las operaciones, también Espinosa (2011) quien hace presente que la perforación es crítica y ofrece desafíos, los cuales habrá que solucionar explorando continuamente la optimización de los procesos. También coincide Polanco (2016) quien menciona que estas iniciativas de mejora de procesos permiten aumentar la producción, aumentar los indicadores operacionales de rendimiento efectivo y utilización efectiva, generando valor en la operación.

Otro de los objetos alcanzados fue que las brocas a prueba presentaron un rendimiento eficaz y un incremento en la velocidad de penetración además de una reducción del costo total de perforación, esto coincide con Cruz (2006) quien menciona que una mejora en los procesos que ayude a sostener una velocidad de penetración más alto puede minimizar notablemente los costos y tiempo de perforación. Esto guarda relación a lo que menciona Llaique et al (2015) que el factor de alta incidencia es la velocidad de penetración, porque tanto el costo total de perforación y velocidad de penetración son magnitudes a la inversa proporcionales. Y concuerda con lo que menciona Valderrama (2018) que el aumento considerable de la velocidad de penetración causo la minimización del costo total de perforación, logrando rentabilidad. De la misma forma Portal et al (2020) menciona que después del análisis comparativo de

datos de aceros se identificó mejoras en la velocidad de perforación y disminuyendo los costos de perforación.

Finalmente se cuantifico la reducción en porcentaje del costo total de perforación determinando que la prueba de brocas obtuvo resultados óptimos, este objetivo concuerda con Carranza (2019) que menciona que se logró elevar la productividad de los procesos de perforación ya que se incrementó el rendimiento de metros avanzados, y se alcanzó minimizar los costos debido a que la broca elegida tiene un menor precio. Estos guardan relación a lo que menciona Guamán (2016) que la perforación hidráulica roto percutiva mejora el progreso notablemente porque es un trabajo mecanizado con mayor potencia y velocidad de perforación, sin embargo, Espire (2021) considera que con la columna rotativa se obtiene un menor costo total de perforación en comparación a la columna con sistema de rotopercusión.

4.2. Mejoras con la prueba de brocas Mincon cóncava y convexa

Con la prueba de brocas se logró mejoras en el rendimiento o vida útil de las brocas, así como aumentar la velocidad de penetración durante la perforación precorte en las operaciones.

Se detallan a continuación las mejoras que se lograron:

4.2.1. Mejora en la velocidad de penetración

Con la prueba de brocas Mincon modelo cóncava se logró aumentar 14.80 % la velocidad de penetración y las brocas convexas un 18.70 % con respecto a la broca Drillco que registra 25.7 m/h.

4.2.2. Mejora en el costo total de perforación

Se logró reducir el costo total de perforación en un 11.32% con la broca mincon modelo cóncava y 7.82% con el modelo convexo con respecto a la broca Drillco que registra 8.57 US$/m.

CONCLUSIONES

- Se logró minimizar el costo total de perforación, en base a una prueba de brocas dando como resultado 7.60 US$/m a la marca Mincon con el menor costo total de perforación.

- Se determinó que la broca modelo cóncava, obtuvo un rendimiento de 1008.00 metros que representa un 13.64 % mayor al de la broca modelo convexa y 4.9 % menor al rendimiento de la broca Drillco. Al igual que el costo total de perforación de la broca modelo cóncava que resulto 0.30 US$/m menor que el costo total de perforación de la broca modelo convexa.

- Se cuantifico la reducción del costo total de perforación, determinando que la broca cóncava es 11.32% y la broca convexa es 7.82% menor al costo total de perforación de la broca Drillco.

RECOMENDACIONES

- Continuar realizando pruebas de brocas de distintas marcas en diferentes durezas de roca con el objetivo de determinar las marca y modelos más óptimas para las operaciones de perforación down the hole DTH.

- Capacitar a los operadores de las perforadoras en temas relacionados a la velocidad de rotación, para minimizar el desgaste de la porta broca, contorno de la broca y evitar la rotura de aceros durante la perforación.

- Mejorar el reporte de ingreso, salida y rendimiento de los diferentes aceros de perforación que se utilizan durante la perforación precorte con el objetivo de asegurar información real y confiable.

REFERENCIAS

Sánchez, Y. (2012). Optimización en los procesos de perforación y voladura en el avance de la rampa en la mina Bethzabeth. (Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, carrera de ingeniería de minas) Ecuador. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/217

Cruz, L. (2006). Diseño del Programa de Brocas y Optimización del Rendimiento para los Pozos Direccionales del Campo Sacha de Petroproducción. (Tesis de Grado, Escuela Superior Politecnica del Litoral, Facultad de ingeniería de ciencias de la tierra) Ecuador. https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/44401

Guaman, M. (2016). Optimización de los procesos de perforación y voladura en el tunel fase a-b de interconexión del proyecto sopladora. (Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, carrera de geología y minas) Ecuador. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4926

Espinosa, S. (2011). Optimización de la perforación: conceptualización y diseño de un simulador de perforación. (Tesis de Grado, Universidad Autónoma de México, Carrera de Ingenieria Petrolera) Mexico. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000668496

Polanco, E. (2016). MEJORAS DE LA GESTIÓN DE PERFORACIÓN MINA CHUQUICAMATA (Tesis de Grado, Universidad de Chile, Escuela de Ingenieria Civil de Minas) Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/140580

Valderrama Garcia, D. N. (2018). Beneficios técnico-económicos del cambio de tipo de broca y martillo dth de la serie ql60 por la serie nd680 en la perforación de los taladros de producción del tajo san pedro, minera la zanja. (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Profesional de Ingenieria de Minas) Peru. https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11053

Carranza, L. (2019). Incremento de la productividad y reducción de costos aplicando cambio de broca e implementando un accesorio de voladura en la cantera Sangal, Encañada 2019. (Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Escuela Profesional de Ingenieria de Minas) Peru. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23023

Portal et al (2020). “Implementación de martillos y brocas rock 66 para incrementar la producción de taladros y reducir costos de perforación en una empresa minera de la mediana mineria en cajamarca”. (Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Escuela Profesional de Ingenieria de Minas) Peru. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24113

Llaique et al (2015). Determinación del costo total de perforación para optimizar esta operación unitaria en mina modelo a tajo abierto, cajamarca – perú, 2015.

(Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Escuela Profesional de Ingenieria de Minas) Peru. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/5284

Espire Ballena, J. A. (2021). Optimización de costos cambiando el tipo de columna de perforación en mina Shahuindo. (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Profesional de Ingenieria de Minas) Peru. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_3abd2b40d2a0b09920f0bfceb6770d7a

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : ...**KENY MARQUIÑO VALLEJOS COPACATI**.....
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : ...**71976043**.....
Correo electrónico : ...**kenyvallejoscopacati@gmail.com**.....
Teléfono/Celular : ...**981987554**.....

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado ( )
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía (X)
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis ( )
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico (**X**)

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: ...."**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PERFORACIÓN DOWN THE HOLE DTH PRECORTE A TRAVÉS DE UN ESTUDIO COMPARATIVO DE BROCAS**"...
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html): .....**2.07.05 - Minería, Procesamiento de minerales** .....
c) Fecha de publicación: .....**2022**.....

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos: .....**ARQUÍMEDES LEÓN VARGAS LUQUE**.....
b) DNI/Pasaporte/Cédula: .....**01309736**.....
c) ORCID: .....**0000 - 0001 - 7619 - 2844**.....

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71976043

NOMBRES Y APELLIDOS : KENY MARQUIÑO VALLEJOS COPACATI

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71976043

NOMBRES Y APELLIDOS : KENY MARQUIÑO VALLESOS COPACATI

FECHA : 10 DE OCTUBRE DEL 2022

