

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



“SELECCION DE EQUIPOS DE PERFORACION SUBTERRANEA.”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

YURI ALEX SALCEDO CURASI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO - PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



“SELECCION DE EQUIPOS DE PERFORACION SUBTERRANEA.”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:

YURI ALEX SALCEDO CURASI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE :

.....
M.Sc. Ing. Mario Serafin Cuentas Alvarado

PRIMER MIEMBRO :

.....
Ing. Owal Alfredo Velasquez Viza

SEGUNDO MIEMBRO :

.....
M.Sc. Ing. Fidel Huisa Mamani

TEMA: Selección de equipos de perforación subterránea

ÁREA: Ingeniería de Minas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de noviembre del 2019

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por haber guiado correctamente mis pasos y mis decisiones. A mis padres Luis Alfonso Salcedo Chino y Gumersinda Curasi Curasi por su apoyo incondicional durante el tiempo de estudio y en las diferentes facetas de mi vida con los valores y educación para seguir adelante. Y también agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano de puno, a la Facultad de Ingeniería de Minas por permitir mi formación profesional en sus aulas y a los ingenieros de cada área por verme guiado con su amplia sabiduría.

AGRADECIMIENTO

En especial agradezco a mis padres Luis Alfonso Salcedo Chino y Gumerinda Curasi Curasi, por a verme dado la vida, por los valores y fuerzas para poder afrontar el día a día, a mis hermanos Julio, Ranulfo, Celia, Livana, Marta. Siempre dispuestos a escucharme y a darme su apoyo moral, también por el sacrificio que ellos realizaron para que yo culmine la carrera profesional de Ingeniería de Minas.

Agradezco a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería de Minas, que fueron parte de mi formación académica-profesional, por darme la sabiduría y que estuvieron siempre dispuestos a responder mis preguntas y aclarar mis dudas, impartiendo conocimiento y experiencias en mi vida estudiantil.

Como también a esta casa de estudios, A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, mi alma mater que me tuvo entre sus aulas durante los años de mi formación profesional y a la prestigiosa Facultad de Ingeniería de Minas.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.

ÍNDICE DE TABLAS.

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	9
I. Introducción.....	10
II. Materiales y métodos.....	12
III. Resultados y discusión.....	13
IV. Conclusiones.....	18
Referencias bibliográficas.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Jumbo de dos brazos.	13
Figura 2. Sobre Rieles.	14
Figura 3. Sobre Neumáticos.	14
Figura 4. Sobre Orugas.....	14
Figura 5. Perforadoras Jack Leg.....	16
Figura 6. Perforadora stoper.....	17
Figura 7. Perforadoras Jack Hammer.....	17

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Aplicaciones de perforadoras	13
Tabla 2. Ventajas y desventajas del jumbo	15
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la perforadora Jack leg	16
Tabla 4. Mantenimiento de las perforadoras Jack leg	18

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.

Ch	Chimenea
Ga	Galería
Rp	Rampa
Cx	Cruceros



Selección de equipos de perforación subterránea.



Yuri Alex Salcedo Curasi
Universidad Nacional Del Altiplano-Puno.
Facultad Ingeniería De Minas av. Floral 1153, ciudad universitaria
Lex_x100pre@hotmail.com Cel.: 995040503

Resumen

Las perforadoras son un conjunto de piezas y mecanismos que realizaran las tareas de hacer taladros en macizos rocosos, suelos, concreto, entre otros materiales y esto nos lleva a tener problemas para la perforación ya que tenemos diferentes estructuras de roca. La selección de perforadoras dependerá del método de explotación de una mina por lo cual cada una de ellas tiende a cumplir una función. En pequeña mediana y gran minería. Se utilizara las perforadoras con el objetivo de seleccionar el equipo correcto ya que tiende a su mayor comodidad y el uso correspondiente, para que el trabajo se realice correctamente. Esta investigación se realiza mediante la recolección de artículos científicos realizándose en el mes de octubre, 2019 en la UNAP. Así poder describir y especificar cada una de las perforadoras empleadas en minería subterránea y como resultado es tener el rendimiento y potencia de las perforadoras para un óptimo trabajo. El método que se emplea a esta investigación es de método descriptivo y recolección de datos. A dicha investigación es conocer más sobre las máquinas perforadoras su empleo el uso correcto y seleccionar el equipo indicado para su trabajo y eficiencia en el campo en los diferentes yacimientos de mina. En conclusión el presente trabajo de investigación es poder conocer y hacer una selección de equipo de perforación de potencia y rendimiento con el objetivo de un óptimo trabajo en las diferentes empresas que desarrollan la actividad minera en nuestro país.

Palabras clave. Método de explotación; fallas mecánicas; taladros en macizos rocosos.

Selection of underground drilling equipment

Abstract

The drills are a set of parts and mechanisms that will perform the tasks of drilling in rock beds, floors, concrete, among other materials and this leads us to have problems for drilling since we have different rock structures. The selection of drills will depend on the method of exploitation of a mine, so each of them tends to fulfill a function. In small medium and large mining, the drills will be used in order to select the correct equipment since it tends to your comfort and the corresponding use, so that the work is done correctly. This research is carried out through the collection of scientific articles carried out in October, 2019 at UNAP. So to describe and specify each of the drilling rigs used in underground mining and as a result is to have the performance and power of the drills for optimal work. The method used in this research is descriptive and data collection. To this investigation it is to know more about the drilling machines their use the correct use and to select the equipment indicated for their work and efficiency in the field in the different mine deposits. In conclusion, the present research work is to be able to know and make a selection of power and performance drilling equipment with the objective of an optimal work in the different companies that develop the mining activity in our country.

Key Words: Exploitation method; mechanical failures; drills in rock massifs.

I. Introducción.

Arenas-Ramos(2015) menciona que *“Una de las necesidades más notorias en la minería es la de perforar a mayor profundidad, tanto por requerimientos en el campo de la exploración, como por el desarrollo tecnológico en los equipos de perforación. Esto influye el hecho que en el Perú cada vez los yacimientos mineros se ubiquen en lugares más profundos, en lo que se refiere a exploración y producción. Esto, a su vez, implica una labor de perforación bastante más sofisticada. Es por esto que las empresas proveedoras de servicios de perforación y las mismas manufactureras de maquinaria han tenido que redoblar sus esfuerzos para lograr metas cada vez más demandantes y complejas. Y así como ha aumentado la demanda por estos servicios y equipamientos, las empresas productoras han realizado importantes avances tecnológicos que han ido de la mano, en superficie, al tamaño de los equipos, en una mayor seguridad, un ambiente de trabajo más ergonómico y más amigables con el operador; mientras que en lo que se refiere a la exploración subterránea, los equipos son más compactos y de mayor capacidad. Asimismo, se ha trabajado en la automatización de los equipos y en los comandos a distancia, en los que incluso se puede programar la perforación misma. Actualmente, en perforación diamantina portátil es normal ver requerimientos que van aproximadamente desde los 60m aproximadamente hasta más de*

los 1.500 m en profundidad. Dentro de los principales desafíos que plantea una perforación de esta magnitud es el control exacto de los parámetros de perforación, ya que a esas profundidades bajan las revoluciones por minuto de la maquinaria y aumenta el torque, lo que dificulta el normal desarrollo de la operación”.

Mendoza-Fuente(2017) indica que *“La perforación representa el inicio del ciclo productivo de una mina, donde se crean hoyos, con una disposición que permita la ubicación de los explosivos y su detonación. Una buena técnica de perforación permitirá una voladura de forma correcta, y a su vez el acarreo de material en tamaños permisibles. En este capítulo se hará un repaso acerca de la perforación hidráulica en las labores subterráneas, su importancia, sus procedimientos y parámetros a tener en cuenta para el control autónomo del vehículo perforador. Se exponen las definiciones y los tipos de perforación que se emplean en la minería global y, finalmente, se mostrará el estado de la tecnología disponible”.*

Bendezu-Aviles(2014) menciona que *“La cantidad y variedad de maquinaria es grande debido a que cada etapa de minado es diferente, así para el presente estudio se ha tomado a la perforadora neumática, en razón de que la perforación es la primera etapa y que de los resultados de ésta depende las otras etapas siguientes. En general un equipo debe operar solamente durante un determinado*

tiempo, cuyo límite se conoce como Vida Económica y que después de ese periodo su tenencia es antieconómico porque los costos de reparación, mantenimiento y repuestos empiezan a incrementarse en forma cada vez creciente y su rendimiento disminuye y desde el punto de vista económico debe dejar la máquina de operar y ser reemplazado por una nueva máquina igual o de mejor tecnología, por lo tanto debe encontrarse dicha vida económica en base a todo un seguimiento de la performance del equipo durante su vida de trabajo”

Pomahuali-Liñan(2013) menciona que *“Este sistema de control ha sido diseñado para facilitar el procesamiento de los datos obtenidos acerca del estado de los componentes internos de la perforadora y de la perforadora misma. Se ha incorporado una tabla de control que calcula en base a las horas de trabajo en el equipo, números de taladros, tipo de perforadora, su grado de rendimiento nos permita planificar por separado el programa de mantenimiento de las perforadoras como si fueran un equipo muy independiente del jumbo electrohidráulico que los aloja. Al interactuar con el área de planeamiento de una forma tal que le permite tomar decisiones en cuanto a que equipos puede utilizar para las próximas horas y de esta forma dar la confiabilidad respectiva al cliente en este caso operaciones de mina”.*

No cabe dudar que la ciencia y la tecnología avanza y para optimizar el tiempo costos y se

tiene que mejor reemplazar las perforadoras Jack leg por un jumbo hidráulico y emplear tecnología láser para facilitar la perforación en labores de avance, y así poder lograr mejoras en las operaciones unitarias de perforación y voladura.(Fernández-Tirado, 2016).

Pariante-Malaga(2013) menciona que *“Se ha desarrollado la siguiente investigación con el fin de obtener un modelo que permita simular el comportamiento de la perforadora hidráulica en distintos terrenos de operación. Adicionalmente, se debe resaltar que el estudio tiene como finalidad ser un precedente, para que posteriormente pueda ser construida a un bajo costo.*

Quispe-Yucra(2017)menciona que *“Para el cumplimiento de los objetivos establecidos fue necesario evaluar los precios unitarios de los accesorios de perforación para darle mayor rendimiento y garantizar la producción, para ello se evaluó y considero a los equipos Atlas Copco con mayores rendimientos y menor costo en la columna de perforación debido a sus parámetros de perforación que son favorables en la perforación de frentes, sostenimientos y Taladros Largos a menor costo,*

Camarena-Cosme(2019) menciona que *“Uno de los temas más importantes en la minería subterránea es la perforación en el complejo y variado macizo rocoso que presenta la geología de nuestro país. De este modo, el área de geotecnia encargado de estabilizar los taludes en el área de mina no omite este tema y*

aporta al área de perforación y voladura con un modelo geotécnico, este modelo muestra parámetros que tienen relación directa a la perforación y busca mejorar los rendimientos de las brocas tricónicas como principal problema de esta actividad de la operación”.

Bellido-Calsina(2018) menciona que *“La necesidad de realizar este trabajo de investigación es evaluar el rendimiento de los jumbos Sandvik hidráulico frente a los tiempos improductivos en la perforación de los frentes de galerías; con la finalidad de disminuir los tiempos improductivos, de tal manera mejorar el rendimiento del jumbo Sandvik. En la práctica hay muchas demoras no productivas, que usualmente no se monitorean de forma muy eficiente por lo que el resultado es desfavorable para la perforación. Estos factores necesitan ser evaluados, para de esta forma reducir tiempos en el ciclo de minado. Alguno de estos factores en la perforación son: Traslado de equipo, falta de energía, falta de agua, falta de ventilación, esperando frente de trabajo, esperando escolta y cambio de accesorios. De tal manera que, mejoraran el ciclo de perforación”.*

Desde el inicio del ciclo de minado como la perforación da a saber que se tendrá un buen resultado de minado dando a una ventaja de Una roca bien fragmentada conlleva mejores operaciones de carga y transporte: menores tiempos de carga (mejor aprovechamiento en el carguío, penetración más rápida del equipo), menores costos de operación (menores

esfuerzos y, por tanto, menores consumos), mejor aprovechamiento del transporte (camiones mejor llenados) y menores costos de mantenimiento en maquinaria de ambas operaciones(Chambi-Chambi, 2019).

El objetivo es de seleccionar el equipo correcto rendimiento y la potencia de cada uno de estas máquinas y tener la comodidad y el uso correspondiente, para que el trabajo se realice correctamente en su empleo en la mina subterránea. Por ello es necesario saber conocer las ventajas y desventajas de cada equipo de perforación y por ello se realiza el presente trabajo de investigación.

Hipótesis: Los resultados de esta investigación servirán para comprobar esta como una herramienta de decisión para una selección de equipo de perforación para el uso correcto y empleo para un método de explotación minera.

Como también esto contribuye al ámbito laboral de diferentes empresas de nuestro país para así poder tener un conocimiento adecuado para su manejo de cada equipo de perforación.

II. Materiales y métodos.

El método que se utiliza para esta investigación es de tipo descriptivo recurriendo a las fuentes secundarias para la recolección de datos, que mediante la interpretación del presente trabajo se realizaran la recolección de información de selección de equipos de perforación en particular para la minería subterránea para lo cual se utilizó algunos artículos y tesis como información a dicho trabajo. El lugar donde se

realiza la investigación es en la biblioteca central UNAP. Usando como instrumento de recolección de datos un software llamado mendeley para poder citar a los autores para dicha investigación.

Técnica de recolección de dato:

Usamos esta técnica como ayuda y referencia al trabajo que se realizara con lo cual se recogerá los datos más importantes y así tener este control de calidad de máquinas perforadoras para la minería subterránea.

III. Resultados y discusión.

Perforadoras En Subterráneo:

Tenemos los siguientes equipos con los cuales se trabajará será de acuerdo con su aplicación, de tal manera tenemos lo siguiente:

Tabla 1. Aplicaciones de perforadoras

Aplicaciones	Productos
Perforación de frentes	Boomers
	Perforadoras
	Jumbos
Perforación de producción	Neumáticas Livianas
	Simba
	Top Hammer y Down the Hole
Seguridad	Scaletec, Boltec,
	Cabletec
	Pernos Swellex
Raise Boring	Robbins

Fuente: (Guevara-Bustamante,2013)

Perforación Horizontal.

Guevara-Bustamante et al.,(2013)menciona que “Las empresas que se han abocado y han ido cambiando junto con la tecnología son Atlas Copco Y Sandvik, las cuales se

diferencian que la segunda ha implementado un sistema de láser que analiza conjuntamente la perforación y crea un informe más completo de lo que ocurre”

Perforadora Jumbo.



Figura 1. Jumbo de dos brazos.

Fuente: (Guevara-Bustamante et al., 2013)

Guevara-Bustamante et al.(2013) menciona que “Es una plataforma móvil, en donde todas las herramientas de perforación como sus operadores van montados sobre esta, permitiendo que la barrenación se realice simultáneamente en todas las perforadoras mediante taladros horizontales, verticales o inclinados, gracias a unos brazos articulados movidos por gatos hidráulicos pueden adoptar todas las posiciones. Pueden ir montados sobre llantas de hule o sobre orugas, y si es necesario sobre rieles Utilización: Rampas, Minas, túneles y galerías. Tiros de ventilación Canteras y minas a cielo abierto y obras públicas Perforaciones para anclajes, inyecciones de cemento y prospecciones. Perforadoras Jumbo o Carro de Barrenación”.

“Dicho resultado comprende una serie constructiva de carros perforadores fabricados

a medida que, en su modo constructivo modular, se componen de elementos individuales de eficacia comprobada que se juntan en unidades. Los carros perforadores son apropiados para la perforación de barrenos de todo tipo en la explotación minera y en la construcción de túneles, para la perforación mecánica y la colocación de bulones de anclaje así como para efectuar perforaciones de prolongación a fin de realizar exploraciones y reconocimientos de la roca o tomar medidas de inyección. Respecto a los mecanismos de traslación, los brazos perforadores y los trépanos perforadores, así como también a las máquinas perforadoras mismas, se dispone de diferentes posibilidades para realizar una adaptación óptima a los requisitos concretos de cada tarea. La estructura modular de los carros perforadores garantiza el montaje y desmontaje sencillos así como el mantenimiento óptimo. La robustez, alta durabilidad y rentabilidad de los carros perforadores de dhms han quedado demostradas en todo el mundo bajo condiciones durísimas”.

Los componentes básicos son:

El mecanismo de traslación.

El sistema de accionamiento.

Los brazos.

Las deslizaderas.

Los martillos

Clases de Jumbos.

Sobre Rieles: Rail Drill




Figura 2. Sobre Rieles.
Fuente: Jinan Fucheng.

Sobre Neumáticos: Cavo Drill



Figura 3. Sobre Neumáticos.
Fuente: Atlas Copco.

Sobre Orugas: Track Drill



Figura 4. Sobre Orugas.
Fuente: Atlas Copco.

La Perforación Hidráulica.

Mendoza-Fuente(2017) menciona que *“En este capítulo se hará un repaso acerca de la perforación hidráulica en las labores subterráneas, su importancia, sus procedimientos y parámetros a tener en cuenta para el control autónomo del vehículo perforador. Se exponen las definiciones y los tipos de perforación que se emplean en la minería global y, finalmente, se mostrará el estado de la tecnología disponible. La perforación de la roca en la minería subterránea Las técnicas de perforación en la minería subterráneas han sido aplicadas en todo tipo de rocas, en contextos distintos en todo el mundo. Parte del ciclo minero es básico para poder llevar a cabo una voladura correcta.*

Métodos mecánicos: Rotación, Percusión, Roto percusión

Métodos térmicos: Plasma, Fluido caliente, Soplete, Congelación por nitrógeno.

Métodos hidráulicos: Erosión, Cavitación.

Se observa que existen muchos métodos para perforar las rocas, pero son poco prácticas técnicamente, ya que consumen una mayor cantidad de energía que utilizando medios mecánicos. Se analizarán los distintos tipos de perforación, según el tipo de trabajo, siendo válido para labores de tajo abierto y para labores subterráneas”

Tabla 2. Ventajas y desventajas del jumbo

Ventajas	Desventajas
Cómodo de trabajar	mecanismo de trabajo
Alta seguridad	Elevada inversión
Productividad elevada	Alto costo por metro
Paredes lisas	Poca flexibilidad
Sin sobre excavación	Dificultades en rocas en malas condiciones
Rendimiento de avance elevado	Personal especializado
Posibilidad de excavaciones inclinadas	Acondicionamiento de la postura.

Fuente: (Guevara-Bustamante et al., 2013)

Perforadora Jumbo Hidráulico.

Guevara-Bustamante et al.(2013) menciona que *“Un jumbo hidráulico es un equipo perforador de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar perforación en frentes o tajeo en minas de subsuelo o en zonas confinadas. La longitud de perforación es variable.*

Los jumbos hidráulicos son principalmente necesarios en labores de subsuelo debido al tamaño limitado de labores. El trabajo de perforación en mina subterránea implica que el equipo no puede ser muy grande para que pueda ingresar a la rampa o tajeo más pequeñas de la mina.

Para su funcionamiento requieren de energía hidráulica, su diseño es similar a las máquinas perforadoras neumáticas.

Posee un pistón que transmite la energía de impacto a la barra de perforación y una válvula

de control que dirige fluido hidráulico a presión, generando del movimiento alternativo en avance y retroceso de pistón.

La parte giratoria difiere de la perforación neumática solamente en que es propulsada por un motor hidráulico en lugar de uno de aire comprimido”.

Perforadoras jack leg.

Bendezu-Aviles(2014) menciona que los “Tipos, Marcas Y Modelos De Perforadoras Jack leg.: En el mercado existen variedad de marcas y modelos de perforadoras del tipo Jack Leg, cuyo uso esté dirigido a labores horizontales; sin embargo se puede ejecutar taladros inclinados tanto hacia arriba como hacia abajo. Para el presente estudio se tiene la marca Atlas Copco que es una perforadora con empujador para taladros horizontales.

Componentes de las perforadoras: Para el presente estudio, se ha seleccionado la perforadora neumática marca Atlas Copco, modelo BBC-34W, fabricado para taladros con barrenos integrales hasta de 41 mm. De diámetro y posee alta velocidad de penetración y es adecuado para la perforación de galerías y túneles”.

Aplicaciones del Jack Leg (De Percusión).

Guevara-Bustamante et al.(2013) menciona que “Tiene como objetivo la perforación horizontal o sea la perforación de los frentes de las galerías; como el dispositivo de empuje, o sea la pata neumática, permite inclinar la

perforadora hasta un ángulo bastante pronunciado, también se le usa para hacer taladros en los stopes”.



Figura 5. Perforadoras Jack Leg. Fuente: Atlas Copco

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la perforadora Jack leg

Ventajas	Desventajas
Fácil de usar.	Peligro al no controlar la válvula de circuito de aire
Útil para perforación de tiros cortos.	No recomendable para tiros largos
Rápida mantención	Crea un pobre ambiente para el operador.
Bajo precio.	Perforación ruidosa contacto directo con el polvo
Adaptable a cualquier tipo de roca.	Limitante con la altura de sección
Se adapta a cualquier tipo de terreno.	Fuga de aire comprimido

Fuente: propia

Quispe-Yucra(2017) menciona que “Equipos principales de perforación. Los equipos utilizados en la perforación primaria, está constituido por lo siguiente:

- Perforadoras SID - BOOMER 281 (Atlas Copco). Está optimizado para túneles y

galerías de tamaño pequeño a mediano de hasta 6 m de altura x 6 m de anchura. El BUT 28 es un brazo hidráulico para trabajo pesado con características exclusivas que favorecen un trabajo eficaz y libre de problemas, con un área de cobertura de 48 m². Está pensado para uso en minería y excavación de túneles, y se ha diseñado para trabajar en galerías y aberturas subterráneas de tamaño mediano.

Perforadora Stoper.

Guevara-Bustamante et al.(2013)menciona que “Perforadora que se emplea para la construcción de chimeneas y perfora en labores de explotación (perforación vertical hacia arriba). Está constituido por un equipo perforador adosado a la barra de avance que hace una unidad sólida y compacta.



Figura 6. Perforadora stoper.
Fuente: (Guevara-Bustamante et al., 2013)

Características:

Alta velocidad de penetración

Alta torsión

Controles de operación convenientes

Botón de retracción de la pierna de avance

Regulación automática de la presión del agua

Válvula de agua de acero inoxidable, operado por aire

Lubricación positiva y expulsión frontal”

Perforadora Jack Hammer.

Guevara-Bustamante et al.(2013) Menciona que “Aplicaciones Perforadoras usadas para la construcción de piques, realizando la perforación vertical o inclinada hacia abajo; el avance se da mediante el peso propio de la perforadora”.



Figura 7. Perforadoras Jack Hammer.
Fuente: (Guevara-Bustamante et al.2013)

Fallas en las perforadoras.

De los resultados presentados en este caso de las máquinas perforadoras tienen algunos factores de las falencias que podría tener son algunas indicadas como Fallas en las perforadoras; La falla se define como la parada intempestiva de una máquina en su funcionamiento, durante el trabajo debido a desgaste y/o rotura de alguna de sus piezas. En el caso de la perforadora motivo del presente estudio podemos citar las siguientes fallas.

Rotura del pistón: Causa: calentamiento por falta de lubricación, malos culatines del barreno. Reparación: dar una mejor

Lubricación, chequear los culatines y reemplazar los pernos gastados

Castillado en el pistón: Culatin del barreno muy duro o su cara de apoyo defectuoso.
 Reparación: Chequear la dureza del Culatin, chequear las caras del Culatin.

Tubo de agua roto o achatado: Causa: Culatin en mal estado. Reparación: chequear los culatines, cambiar el tubo de agua.

Dificultad al comenzar la perforación: Causa: Puede estar tapado el exhalador, pistón congelado por falta de lubricación, válvula pegada por aceite muy denso o pegajoso, tapados los pasajes de aire por partículas extrañas o fragmentos de jebe de la manguera.

Reparación: Chequear el exhalador, desarmar la máquina limpiar y re aceitar, limpiar los pasajes de aire y reemplazar la manguera podrida.

Continuamente se atraca el barreno. Causa: impropio alineamiento del barreno en el taladro. Tipo incorrecto de las brocas. Alimentación muy fuerte, muy poca agua, débil rotación, el buje de rotación gastada. Deficiencia del perforista, barreno muy gastado.

Reparación cambiar el buje, cambiar al perforista, cambiar el barreno, chequear la perforadora (Bendezu-Aviles, 2014)

El mantenimiento de las perforadoras.

Bendezu-Aviles(2014) menciona que “El mantenimiento de las perforadoras se realiza por las siguientes razones:

Prolonga la vida de la máquina y sus accesorios, Disminuye los gastos de frecuentes reparaciones, Se tiene una mayor disponibilidad de la perforadora para el trabajo. Las clases de mantenimiento que se practica a las perforadoras son: Mantenimiento preventivo: consiste en lavar, aceitar.

Mantenimiento general: consiste en desarmar, cambiar piezas desgastadas y armar. Este tipo de mantenimiento y conforme a la frecuencia de fallas se debe realizar conforme al siguiente cuadro”.

Tabla 4. *Mantenimiento de las perforadoras Jack leg.*

Programación	
En tajeos	Cada 10 días
En galerías	Cada 12 días
Cortadas	Cada 12 días
subniveles	Cada 15 días
chimeneas	Cada 15 días

Fuente: Bendezu-Aviles(2014).

IV. Conclusiones.

Esta investigación ha encontrado positivamente de cómo hacer una buena selección de equipos de perforación las más usadas y comunes en el ámbito del trabajo de la minería subterránea sin embargo el estudio y la ciencia de nuevas máquinas perforadoras que ingresaran al

mercado en el futuro serán más competitivas y esto para la mejora continua de nuevos métodos de explotación que vengán a realizarse.

Es importante tener en cuenta que en los métodos de explotación se da la buena elección de equipo de perforación da como resultado una buena eficiencia en la perforación, rendimiento de aceros y un ahorro en costos de perforación. (Quispe-Yucra, 2017)

La perforadora Jack leg es una de las máquinas más utilizadas en la mina convencional y se ha realizado el estudio económico de esta perforadora en roca dura por ofrecer mayor resistencia a la perforación y donde es necesario aplicar mayor fuerza de empuje a la perforadora. (Bendezu-Aviles, 2014)

Fernández-Tirado(2016) indica que “Se determinó que reemplazando las perforadoras jackleg por jumbo hidráulico, se logró optimizar el avance lineal incrementándose en un 27% durante los últimos meses, producto de ello se pudo dar cumplimiento al programa de avance lineal, ya que se logró obtener un avance superior a 400 m mensuales. Se tuvo éxito debido a que se incrementó la eficiencia en los disparos (m/Disp.) y durante los últimos meses la Empresa Especializada New Horus SAC es la número uno en cuanto a cumplimiento de avance lineal a nivel de Cía. Minera Poderosa”.

Camarena-Cosme(2019) menciona que “Los datos de la velocidad de perforación que se introducen al modelo geotécnico son números

reales que se extraen de las perforadoras de campo por medio de un sistema de red hacia el área de entrenamiento y dispatch. Los reportes de la velocidad de perforación de la empresa Drillco Tools son extraídos de controles de campo con equipos con equipos no tecnológicos”.

Agradecimiento.

Agradecer a mis padres Gumersinda Curasi y Luis Salcedo y hermanos por a verme apoyado durante todo este tiempo de estudio. A la universidad nacional del altiplano por acogerme en sus aulas y darme la sabiduría para mi ámbito profesional. A los ingenieros de la facultad de ingeniería de minas por guiar la sabiduría y enseñanzas que día día dieron fruto.

Referencias bibliográficas.

- Arenas-Ramos, L. (2015). *Importancia de la adecuada selección y manejo de materiales peligrosos en el proceso de perforación diamantina, gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa-perú.
- Bellido-Calsina, A. (2018). *Rendimiento de jumbos sandvik frente a los tiempos improductivos de perforación de galerías de la contrata AESA. - Unidad Minera San Rafael. (tesis de pregrado)* Universidad Nacional Del Altiplano. Puno-Perú.
- Bendezu-Aviles, G. (2014). *Aplicación del valor presente en el estudio técnico económico de perforadoras jack leg en la mina Huaron CIA Minera Panamerican Silver S.A. (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
- Camarena-Cosme, A. M. (2019). *Optimización de los rendimientos de perforación a*

partir del modelo geotécnico con fines de minimizar costos de perforación en la Compañía Minera Antamina.(tesis de pregrado).Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo-Perú.

sandvik y atlas copco en las operaciones de la UP. Andaychagua Volcan S.A.A.(Tesis de pregrado).Universidad Nacional San Cristobal De Huamanga. Ayacucho-Perú.

Chambi-Chambi, J. R. (2019). *Análisis y optimización de las operaciones de perforación y voladura para el desarrollo de estándares técnicos e incremento de utilidades en mina Tambomayo.(tesis de pregrado) Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.Arequipa-Perú.*

Fernández-Tirado, J. Á. (2016). *Optimización de avance lineal, reemplazando las perforadoras jackleg por jumbo hidráulico en el proceso de perforación y voladura de la GLN1 y CRNE en Mina Consuelo de la Empresa Especializada New Horus S.A.C - Poderosa.(tesis de pregrado) Universidad Nacional De Trujillo.Trujillo-Perú*

Guevara-Bustamante, E. R., Murga-Lopez, M. A., Paredes-Marzana, O. ron, Soto-Leon, karina L., & Zavaleta-Paredes, A. W. (2013). *Tipos de perforadoras.(tesis de pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca -Perú.*

Mendoza-Fuente, piero fabrizzio. (2017). *Perforadora de rocas teleoperada para la minería profunda, con control autónomo del brazo hidráulico en un grado de libertad.(tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima-Perú*

Pariante-Malaga, C. G. (2013). *Diseño y simulación de perforadora hidráulica para pozos de agua.(Tesis de pregrado) Universidad De Piura. Piura-Perú.*

Pomahuali-Liñan, M. E. (2013). *Formulación de un programa de gestion de mantenimiento para la operación óptima de perforadoras de jumbos electrohidráulicos de Compañía Minera Sol S.A.(Tesis de pregrado) Universidad Nacional Del Centro Del Perú.Huancayo-Perú.*

Quispe-Yucra, J. (2017). *Evaluacion de columnas de perforacion de equipos*