

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**Control de aceros de perforación de jumbos para su
optimización y reducción de costos en la Compañía Minera
Casapalca S.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Yimson Wuemberly ORTIZ BRIOSO

Asesor: Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA

Cerro de Pasco - Perú – 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**Control de aceros de perforación de jumbos para su
optimización y reducción de costos en la Compañía Minera
Casapalca S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO
PRESIDENTE

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO

Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI
MIEMBRO

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a mi Madre Gloria Elena Briosó Gómez y a mi tía Merly Ortiz Esteban por el apoyo incondicional, brindando dedicación, impartiendo valores, consejos y sacrificio que en su debido momento hicieron por mí y que gracias a ello pude salir adelante y realizarme profesional y personalmente.

RECONOCIMIENTO

Reconocimiento inmenso a la Compañía Minera Casapalca S.A. y a todos sus colaboradores por el apoyo brindado en el desarrollo de la presente investigación, para la mejora del uso de los aceros que va relacionado con la producción y rendimiento de las perforaciones en beneficio de la Empresa.

Reconocimiento también a mis familiares que de alguna u otra forma siempre me apoyaron en todos los aspectos; a mis tías: Zoraida Brioso Gómez, Cila Huerta Gómez, Nolberta Ortiz esteban y Francisca Ortiz Esteban a mis hermanos Luis Widman Atanacio Brioso y Russell Atanacio Brioso y demás primos.

RESUMEN

El alto consumo de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. generan costos elevados en los trabajos de perforación, así también generan demoras operativas y otros problemas que es consecuente al ciclo de trabajo (ciclo de perforación y voladura) ya que en muchas ocasiones se tiene que parar las operaciones para dar solución, esto debido que se tiene problemas frecuentes con los aceros, el consumo elevado depende de muchos factores tanto operacionales, supervisión de primera línea y las características del acero (calidad y diseño para buen barrido); en dicha minera se observa que la mayoría de los operadores que se les asigna este trabajo no están procediendo con el buen uso en los manejos de los aceros esto implica malos hábitos (usan el acero sin engrasar, mezcla de aceros nuevos con descartados, mala operación, etc.), la supervisión de primera línea tienen que informar de la calidad del macizo rocoso y del terreno donde se va perforar para que no haya atascamiento y rompimiento del acero y realizar un plan de control que involucre todo los problemas que se tiene con los aceros.

En la siguiente investigación se determinó: la situación actual en el uso de los aceros, objetivos, planificación de las actividades de perforación, análisis de causas, aplicación de medidas correctivas implementando controles de uso adecuado de aceros, verificación de resultados e implementar un estándar para un control mejor.

Bajo esta perspectiva se fueron implementando medidas correctivas de control para la mejora continua en el uso de aceros de perforación en las operaciones diarias en la Compañía Minera Casapalca S.A.

Palabras clave: Consumo de aceros; Control de costos.

ABSTRACT

The high consumption of drilling steels at Compañía Minera Casapalca SA generates high costs in drilling works, as well as operational delays and other problems that are a consequence of the work cycle (drilling and blasting cycle) since in many cases the operations have to stop to solve, this because it has frequent problems with steels, high consumption depends on many operational factors, first-line supervision and the characteristics of the steel (quality and design for a good sweep); In this mining company it is observed that the majority of the operators to whom this work is assigned are not proceeding with the good use in handling steels, this implies bad habits (they use ungreased steels, mix of new steels with discarded ones, malfunction, etc.), the first-line supervision has to report on the quality of the rock mass and the ground where it is going to be drilled so that there are no jams and breaks in the steel and make a control plan that involves all the problems that you have with steels.

In the following investigation it was determined: current situation in the use of steels, objectives, planning of drilling activities, analysis of causes, application of corrective measures implementing controls of proper use of steels, verification of results and implementation of a standard for a better control.

Under this perspective, corrective control measures were implemented for continuous improvement in the use of drilling steels in the daily operations of Compañía Minera Casapalca S.A.

Keywords: Consumption of steels; Costs control.

INTRUDUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima, que viene a ser una estructura de desarrollo con la finalidad de obtener mejoras continuas de los índices de uso de aceros de perforación en las operaciones, para minimizar los costos de perforación que afecta directamente a la Empresa y mejorar la productividad.

En el primer capítulo se tiene el problema de investigación, en el cual se desarrolló todo lo concerniente a aspecto informativo de la investigación, brindando información de los problemas generales y específicos y planteando los objetivos sobre el mejoramiento del uso adecuado de aceros de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A.

En el segundo capítulo tenemos el marco teórico donde se da a conocer los antecedentes a esta investigación, así como también la parte científica con los parámetros de perforación donde se aplican fórmulas para obtener datos y las definiciones de todos los términos presentes en la investigación y por último se plantea la hipótesis y las variables para la solución del problema.

En el tercer capítulo se presenta la metodología y técnicas de investigación donde se describe el tipo, método y diseño de la investigación, también en este capítulo se da a conocer la población y muestra para la investigación y las técnicas e instrumentos usados.

En el cuarto capítulo se tiene los resultados y discusión donde se presenta los aspectos generales de la mina, los resultados obtenidos mediante gráficos y cuadros interpretando los mismos y la prueba de la hipótesis, por último, se tiene las conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos donde se detalla la matriz de consistencia y los instrumentos de recolección de datos.

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema principal.....	3
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	7
2.2.	Bases teóricas - científicas	9
2.2.1.	Parámetros de perforación.....	10
2.2.2.	Índice de alteración (Pfister, 1985)	11
2.2.3.	Energía utilizada en la perforación (Pfister, 1985)	12
2.2.4.	Resistencia a la perforación (Somerton, 1959)	12
2.2.5.	Parámetro T	12
2.3.	Definición de términos básicos	13
2.3.1	Equipo simba modelo H-1254.....	13
2.3.2.	Equipo simba modelo S7D.....	14
2.3.3.	Equipo jumbo Axera modelo DD311-340	14
2.3.4.	Equipo jumbos modelo Rocket Boomer S1D	14
2.3.5.	Equipo jumbos empernador modelo Boltec 235H.....	15
2.3.6.	Equipo jumbo empernador modelo Robolt DS311	15
2.3.7.	Shank adapter	15
2.3.8.	Coupling para sostenimiento y jumbos frontoneros	16
2.3.9.	Barras de 8 pies (sostenimiento)	16
2.3.10.	Barra de 14 pies (frontoneros)	20
2.3.11.	Barra de 5 pies (taladros largos).....	25
2.3.12.	Broca de 38 mm. (sostenimiento)	26
2.3.13.	Broca de 51 mm. (frontoneros)	28
2.3.14.	Broca de 2.5" o 64 mm. (taladros largos)	30

2.3.15. Broca rimadora de 102 mm. (frontoneros).....	31
2.3.16. Broca rimadora de 5" (taladros largos)	33
2.4. Formulación de hipótesis.....	34
2.4.1. Hipótesis General	34
2.4.2. Hipótesis Específicas	34
2.5. Identificación de variables	35
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	35

CAPTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	36
3.2. Métodos de investigación	36
3.3. Diseño de investigación.....	37
3.4. Población y muestra.....	37
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
3.7. Tratamiento estadístico	38
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	38
3.9. Orientación ética	39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	40
4.1.1.	Ubicación a acceso de la unidad minera	40
4.1.2.	Topografía y fisiografía.....	42
4.1.3.	Climatología y meteorología	42
4.1.4.	Temperatura	43
4.1.5.	Evaporación.....	43
4.1.6.	Humedad relativa	43
4.1.7.	Precipitación	44
4.1.8.	Geología regional	44
4.1.9.	Geología local.....	45
4.1.10.	Plegamientos.....	46
4.1.11.	Fallamiento	46
4.1.12.	Aspectos generales.....	46
4.1.13.	Vales de orden de materiales	49
4.1.14.	Cuadro de flujograma de control de aceros de perforación	50
4.1.15.	Base de control de aceros de la Com. Minera Casapalca	53
4.1.16.	Reporte de Operadores de equipos de perforación	57
4.1.17.	Cuadro histórico de consumo de aceros	59
4.1.18.	Gráficos de tendencia en consumo de aceros por mes y año	63
4.1.19.	Cuadro de resumen de prom. mensual consumo de aceros	69
4.1.20.	Formato de control diario de aceros de perforación.....	69

4.1.21.	Descarte de brocas de perforación.....	71
4.1.22.	Control rutinario de mantenimiento mecánico de los equipos	72
4.1.23.	Capacitación a los Operadores y Ayudantes.....	76
4.1.24.	Implementación de herramientas para control de aceros	77
4.1.25.	Información geológica	82
4.1.26.	Verificación de atascamiento de barras y broca de tal. largos.....	89
4.1.27.	Prueba y verificación de presiones	94
4.1.28.	Atascamiento barras por comunicación de tal., desviación	101
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	108
4.2.1.	Gráfico de tendencia de consumo de aceros por mes.....	108
4.2.2.	Gráfico de consumo de acero promedio por mes	111
4.2.3.	Gráfico de consumo de acero promedio por año	114
4.2.4.	Valorización de consumo de aceros de perforación.....	117
4.2.5.	Resultado de valorización de aceros perforación de jumbos.....	118
4.2.6.	Resultado de valorización de aceros perf. de sostenimiento.....	120
4.2.7.	Resultado de valorización de aceros perf. de taladros largos	122
4.2.8.	Reducción de costos en porcentaje.....	124
4.2.9.	Control de brocas de perforación.....	125
4.2.10.	Resultado de control de metros perforados.....	129
4.2.11.	Resultado y comparativo de rendimientos de aceros de perf.....	132
4.2.12.	Parámetros de vida útil de aceros de perforación y la cantidad de consumo mensual por equipo.....	133

4.3.	Prueba de hipótesis.....	134
4.3.1.	Hipótesis general de la investigación.....	134
4.3.2.	Hipótesis nula	135
4.3.3.	Hipótesis alternativa	135
4.3.4.	Procedimiento estadístico para probar la hipótesis de investigación.....	135
4.3.5.	Costo mensual promedio de consumo de aceros	136
4.3.6.	Desviación estándar	136
4.3.7.	Nivel de significación.....	137
4.3.8.	Valores críticos	137
4.3.9.	Prueba de validez.....	138
4.3.10.	Decisión y conclusión.....	139
4.4.	Discusión de resultados	139

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La Compañía Minera Casapalca S.A. Es una organización dedicada a la exploración, desarrollo, preparación, explotación, tratamiento y beneficio de minerales polimetálicos de Cu, Zn, Pb y Ag cumpliendo con las normas legales, sus operaciones se desarrollan en mina subterránea que van desde del Nv. 600 al Nv. 18, los minerales se presentan en cuerpos mineralizados y vetas los cuales se extraen para su beneficio.

El uso de los aceros de perforación en los frentes de avance, taladros largos y sostenimiento, representa una de las operaciones de mayor importancia en los trabajos de extracción de mineral en esta Empresa, el objetivo es realizar orificios en el maza rocosa de tipos cilíndricos conocidos como taladros con equipos de perforación (Jumbos) en los cuales se alojan los explosivos y sus accesorios para luego ser disparados (voladura) obteniendo así el mineral o desmonte, así también se tienen los taladros de sostenimiento que son inyectado los diferentes pernos (PH, Split Set, Hydrabolt, etc.) el inicio de la perforación está fundamentado en el efecto mecánico de percusión, rotación,

empuje y barrido aplicado a toda la columna de acero de perforación, dicho acto de golpe y fricción generan el astillamiento y trituración de la masa roca. La Compañía Minera Casapalca S.A. cuenta con 7 quipos frontoneros (modelo Boomer y Axera), 6 equipos de taladros largos (modelo Simbas H-1254 y S7D) y con 2 empernadores (Boltec y Robolt) que son de la propia empresa los cuales perforan en ambas guardias supervisadas por el Jefe de Guardia y los Capataces.

Los aceros de perforación para perforaciones de frentes son barras de 14 pies, Shank Adapter, Coupling, broca de 51 mm. y broca rimadora de 102 mm. y para perforaciones de taladros de sostenimiento son barra de 8 pies, Shank Adapter de Sostenimiento, Coupling de Sostenimiento y broca de 38 mm. así como para perforación de taladros largos los cuales usan barra retráctil de 5 pies, Shank Adapter, broca de 64 mm. y broca rimadora de 5", todos estos aceros tienen una vida útil ya establecidos de acuerdo a las pruebas realizadas en campo (la vida útil de cada acero de perforación va depender del tipo de terreno donde se perfora).

En las operaciones cuando se perfora; ya sea con equipos frontoneros, equipos de taladros largos o de sostenimiento, siempre se observa y se tiene el problema constante de que todos estos aceros mencionados presentan un deterioro prematuro, astillamiento o rompimiento y flexamiento (no cumplen su vida útil) a la hora de perforar lo cual implica mayor consumo de aceros con consecuencia de mayores costos en perforación y obstáculos en los trabajos que se estaban realizando (se paraliza el trabajo por tiempos prolongados); la mayor parte de la investigación arrojó que el problema no sólo son los aceros de perforación (pueden ser de mala calidad) sino la parte operativa, que involucra el estado del equipo en cuanto a las presiones (mal calibrado), la destreza del operador (experiencia), malos hábitos de los operadores y ayudantes (percutar en vacío,

colocar los aceros sin grasa), mezclado de aceros nuevos con aceros ya descartados, diseño de los aceros (no presentan buen barrido), estructura del macizo rocoso (presencia de fallas y fracturas, esto generan atascamiento de las barras - pérdida) en caso de taladros largos esfuerzo de la perforadora cuando tienen más de 20 barras en la columna siguen perforando (malogra la perforadora y el Shank Adapter), control de paralelismo entre taladros (caso de Slot y VCR), comunicación entre taladros (las desviaciones generan atascamiento y pérdida de aceros) se observó también que usan Shank inadecuado para cada equipo (Shank corto y largo), no se entrega el número de brocas necesarias para cada equipo, el cambio de broca no lo realizan de acuerdo a lo establecido (se debe cambiar la broca cada 6 o 7 taladros perforados en caso de los frentes) esto sumado la supervisión y monitoreo permanente, para obtener mejor nuestros rendimientos y control de los aceros de perforación se va elaborar el Plan de Control de Aceros de Perforación que va involucrar tanto a la operación como a la supervisión.

El rendimiento y la vida útil de los aceros de perforación es importante para obtener ratios de mejora continua con controles diarios, para poder garantizar la mejora operacional a menor costo en los aceros de perforación.

1.2. Delimitación de la investigación

El proyecto de investigación se realizará en un plazo determinado de 1 año y 2 meses, se delimita por la gran cantidad de muestras de la población que se tiene que sacar.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿Cómo evitar el elevado consumo de aceros de perforación con consecuencia de mayores costos y minimizar demoras operacionales en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo se realizará el control eficiente dentro de las operaciones diarias de los aceros de perforación (Brocas, Barras, ¿Shank Adapter y Coupling) para optimizar, minimizando el consumo excesivo?
2. ¿Qué clase de control se ejecutará en las operaciones, para poder minimizar el consumo de aceros y evitar costos altos de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Implementar un Control adecuado en el uso de los aceros, que involucra todo el trabajo de perforación para reducir el consumo elevado de aceros en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Analizar las causas principales que generan el elevado consumo de aceros de perforación y plantear acciones de mejora en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.
2. Obtener buenos resultados, teniendo ratios de mejora continua con controles diarios a través del rendimiento y vida útil de los aceros, para poder garantizar la mejora en las operaciones a costos menores.

3. Se va a elaborar un formato que se entregará al operador de cada guardia donde se detallan los números de taladros perforados, longitud de perforación, el control de los aceros de perforación según el tipo de perforación (avance y sostenimiento), para poder conocer los metrajes de cada acero y que cumplan su vida útil.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación se justifica porque en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima, es debe llevar controles apropiados de manejos de aceros de perforación, así evitar el elevado consumo de aceros que no sólo genera altos costos, sino también impacta a las operaciones (demoras operativas) generando pérdidas en horas hombre y en horas máquina con tiempos improductivos, llámese: tiempos muertos, que arrastra a todo el ciclo de trabajo que es la perforación, carguío y voladura (se paraliza el ciclo de trabajo por espera de aceros, los equipos no cuentan con aceros en Stand By sino que se trae desde superficie, la rotura del acero es generado por desgaste prematuro, mal estado del equipo, maniobras erradas de los operadores o se atasca por condiciones del macizo rocoso (fallas, grietas, fracturas, comunicación entre taladros, etc.)

Los jefes de guardia y capataces son conscientes de que existe un manejo inadecuado de los aceros y que, llevando un control adecuado diariamente, ajustando todos los parámetros de errores operativos y también de supervisión se puede mejorar los rendimientos de los aceros.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que podría tener el presente proyecto es requerir mayor número de personales capacitados para la supervisión ya que esta Empresa cuenta con

gran cantidad de equipos de perforación (15 equipos) que están divididos en toda la zona cuerpos que cuenta con 23 niveles y 13 subniveles.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En las actividades de la empresas mineras, se tiene una etapa importante que es la perforación del macizo rocoso, esta operación, viene a ser el vínculo de trabajo entre el operador y el equipo de perforación, en muchos estudios que se realizaron con anterioridad en diferentes minas, se ha obtenido que el consumo de aceros de perforación demandan elevados costos, esto por los precios de gran consideración de dichos materiales, por lo cual llevar un control adecuado es de suma importancia ya que esto permitiría reducir costos en la adquisición de los aceros de perforación y mejorar las operaciones.

En la Compañía Minera Casapalca los trabajos que se realizan de perforaciones, por lo general presenta problemas que acontecen durante las operaciones pudiendo mencionar que los factores principales para el buen trabajo en es implementar un buen control de los aceros de perforación que involucra todos los trabajos que se realiza antes, durante y después de la perforación, esto propone un aspecto a desarrollar, diagnosticar e implementar previo análisis de los puntos críticos dentro de la operación de perforación.

Se investigó la cantidad de aceros que se consumió en años anteriores gracias a la información proporcionada por la empresa a través de una base de datos que nos permitirá hacer un análisis de comparación con los resultados que se van a obtener durante la investigación.

De muchas revisiones bibliográficas se ha evaluado que existe gran cantidad de información que se relacionan con esta investigación, de la cual se menciona lo siguiente:

Según Jáuregui, O. (2009). Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura (tesis). El costo en perforación y voladura se eleva por el alto consumo de explosivo y el alto consumo de brocas de 45 mm. que se da por no continuar con un afilado constante y continuo de las brocas, teniéndose las aguzadoras en ubicaciones estratégicas donde pueden afilarse el total de brocas que se requiere diariamente emplear y puedan entregarse a tiempo las brocas afiladas a las labores donde se las requieren. Con el afilado las brocas de 45 mm. pueden llegar a durar en promedio un 25% más de su vida útil (pp. 23, 68).

Sandvik mining and construcción (2013). Perforación con martillo de fondo (DTH) Sandvik RH550. El afilado debe ser una rutina establecida. Los botones deben ser afilados cuando el desgaste del botón este a un 1/3 su diámetro original del botón.

Según A. Chirinos M. (2015). "control de aceros de perforación, factores que influyen la vida útil, su relación con el paralelismo y profundidad en el proyecto de expansión k-115 jjc contratistas generales s.a. sociedad minera cerro verde" (tesis).

Se debe realizar controles de perforación basados en rendimientos, tiempos improductivos llámese: tiempo muerto, stand by, programación del

mantenimiento preventivo de los equipos, que, al fin de cuentas, terminan siendo las variables que, si se pueden controlar de manera práctica y realizando un seguimiento diario, controlar el paralelismo y las longitudes de las perforaciones y también conocer el macizo rocoso.

2.2. Bases teóricas - científicas

Muchos de los aceros de perforación que se comercializan en toda empresa minera, presentan un desarrollo de fabricación mediante pruebas continuas, junto con la inversión continua en la última tecnología. Todo mejorado por un sistema de calidad acreditado por ISO 9001: 2008.

Los aceros de perforación como producto que se comercializa siempre están a la vanguardia de la excelencia en el sector minero y el certificado ISO 9001:2008 es un factor clave de su compromiso por la calidad total.

La calidad significa proporcionar puntualmente productos y servicios que respondan a las exigencias de los clientes a precios competitivos. Para que se logre esto, cada uno de los productos tienen que alcanzar la calidad en todo momento.

El certificado ISO 9001:2008 es una norma de calidad reconocida internacionalmente que refleja el alto nivel de determinación en la búsqueda de la calidad que mantienen los líderes en compañías. Esta determinación se demuestra en los métodos de fabricación de los distintos tipos de aceros de perforación, esta certificación brinda la información necesaria al cliente, con el fin de garantizar el producto que se adquiere, de acuerdo con los parámetros de fabricación lo cual de ello dependerá la calidad del acero de perforación y la mejora continua de los productos y procedimientos.

Muchas de las empresas dedicadas a este rubro (fabricación, distribución y venta de aceros de perforación) cuentan con el certificado ISO 9001:2008 que

les permite proporcionar un producto de calidad total.

Según estudios realizados por Padley & Venables (empresa reconocida como uno de los principales fabricantes del mundo de herramientas de perforación de roca el cual suministra clientes y proyectos en más de 55 países) menciona que toda empresa quiere mantener altas exigencias, invirtiendo constantemente en la mejora de sus productos para poder salir al mercado con un producto que satisface a los clientes.

2.2.1. Parámetros de perforación

Los parámetros que controlan el proceso de perforación pueden agruparse de la siguiente forma:

Parámetros relacionados con el equipo, tales como la máquina y la columna de perforación.

Parámetros relacionados con el proceso de perforación, como la presión ejercida sobre la columna (presión de avance, presión de rotación, presión de percusión, presión de agua y presión de aire) Estos son los principales elementos, en los que el operario puede intervenir dentro de las posibilidades del equipo.

Parámetros relacionados con la respuesta del terreno: velocidad de penetración, par de rotación y presión de fluido. Para unas condiciones de perforación dadas, estos parámetros dependen únicamente de las características del terreno.

El registro de estos parámetros puede llevarse a cabo mediante mecanismos de tipo analógico o digitales, los aparatos digitales, presentan numerosas ventajas ya que pueden registrar más parámetros con una mayor precisión, y las medidas se obtienen en

formato digital por lo que los datos pueden tratarse posteriormente de forma matemática o estadística.

Los parámetros registrados por los principales aparatos son los siguientes:

- Presión de fluido (Pf).
- Presión de rotación (T).
- Presión sobre la columna (F).
- Velocidad de rotación (N).
- Velocidad de penetración (V).
- Fuerza de retención (Fr).
- Vibraciones en la columna de perforación.

Para un análisis más detallado puede combinarse los valores obtenidos, en ecuaciones más complejas que proporcionan parámetros que pueden ser puramente empíricos o con un significado físico.

Los más utilizados son los siguientes:

2.2.2. Índice de alteración (Pfister, 1985)

$$A = 1 + \frac{W}{W_{max}} - \frac{V}{V_{max}}$$

W = peso sobre la columna (presión sobre la columna – fuerza de retención + peso de la columna de perforación y de la corona) (kN).

W max = valor máximo teórico de W (kN)

V = velocidad de penetración instantánea (m/s)

V max = velocidad de penetración instantánea máxima (m/s)

El índice de alteración es un indicativo de la dureza del material, y varía desde 0 “cero” para suelos blandos a 2 en los más duros. Es un parámetro muy sensible en suelos de baja resistencia.

2.2.3. Energía utilizada en la perforación (Pfister, 1985)

$$W = T x \frac{N}{V}$$

T = par de rotación (kN * m).

N = velocidad de rotación (rps).

V = velocidad de penetración instantánea (m/s).

Este parámetro es muy útil en el análisis de suelos duros y rocas blandas.

2.2.4. Resistencia a la perforación (Somerton, 1959)

$$Sd = W x \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{V}}$$

W = peso sobre la columna (presión sobre la columna – fuerza de retención + peso de la sarta de perforación y de la corona) (kN).

N = velocidad de rotación (rps)

V = velocidad de penetración instantánea (m/s).

2.2.5. Parámetro T

$$t = N x F x \frac{D^2}{V x T}$$

N = velocidad de rotación (rps)

F = presión sobre la columna (kN)

D = diámetro de perforación (m)

V = velocidad de penetración (m/s)

T = par de rotación (kN. m)

El parámetro T hace referencia a la dificultad con que se perfora un terreno, es decir, la dificultad con que las partículas del material son erosionadas y transportadas fuera de la corona de perforación, de modo que un terreno arcilloso será difícil de perforar ya que la arcilla puede adherirse a la corona atascándola y reduciendo con ellos su efectividad. sin embargo, en un terreno arenoso, la arena puede ser fácilmente evacuada de la corona por lo que es más fácil de perforar.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Equipo simba modelo H-1254

El simba modelo H-1254 es un equipo de perforación hidráulico diseñado para perforar taladros largos en condiciones difíciles en operaciones subterráneas, el bajo perfil y el reducido radio de giro otorga al Simba mayor flexibilidad para desplazarse y perforar en espacio limitado. Los martillos de alta velocidad de penetración ofrecen potencia para aumentar la producción, tiene estabilizadores dobles con sistema de lectura de ángulo (pantalla digital), estos equipos pueden perforar hasta 40 metros de longitud dependiendo el terreno y el tipo de perforadora que utiliza, lleva 18 barras de 5 pies en su carrusel (porta barras). El tablero de mando es independiente del equipo que a través de cables se puede maniobrar desde un punto lejos del equipo, este equipo es Diésel para trasladarse y eléctrico para perforaciones el cual trabaja con una energía de 440 voltios, 10 bares de presión de agua y aire.

2.3.2. Equipo simba modelo S7D

El simba modelo S7D es un equipo de bajo perfil para perforaciones de taladros largos, este equipo tiene un moderno diseño e inteligente integrada en su sistema sensores y la mayor automatización que le brinda flexibilidad y versatilidad en las operaciones, este equipo puede perforar en labores de medianas dimensiones, equipado con un martillo en cabeza de alto rendimiento y una unidad montada en el brazo, su porta barra o carrusel cuenta con 10 barras de 4 pies. El tablero de mando se encuentra integrado en el mismo equipo con una pantalla digital el cual indica el ángulo de perforación los metros que se está perforando y además te brinda una alerta del problema que puede tener el equipo, este equipo es Diésel para trasladarse de labores a labores y eléctrico para perforaciones el cual trabaja con una energía de 440 voltios, 10 bares de presión de agua y aire.

2.3.3. Equipo jumbo Axera modelo DD311-340

El jumbo Axera modelo DD311-340 es de la marca Sandvik, es un equipo de perforación frontal para labores de avance que pueden ser hasta de 3.00 m. x 3.00 m. es compacto y versátil, cuenta con un solo brazo retráctil que puede perforar con barras de hasta 16 pies, este equipo trabaja con energía eléctrica de 440 voltios y 10 bares de presión de agua, el aire es proporcionada por el propio equipo a través de una compresora integrada al mismo equipo.

2.3.4. Equipo jumbos modelo Rocket Boomer S1D

El jumbos modelo Rocket Boomer S1D es un equipo de perforación frontal de la marca Atlas Copco que es un poco más pequeño que el Axera, este equipo es controlado hidráulicamente para minería y

excavaciones de túneles adaptables a diferentes tamaños de labores, este equipo presenta un solo brazo que algunos son retractiles y otros no, que perforan con barras de 14 pies, este equipo trabaja con energía eléctrica de 440 voltios y 10 bares de presión de agua, el aire es proporcionada por el propio equipo a través de una compresora integrada al mismo equipo.

2.3.5. Equipo jumbos emperador modelo Boltec 235H

El jumbo modelo Boltec 235H es un equipo para sostenimiento mecanizado de labores horizontales que perfora e inyecta pernos helicoidales con control hidráulico, este equipo presenta un brazo con un carrusel (porta pernos) de 10 pernos de 8 pies e inyecta el Cemcom a través de una compresora todo integrada en el mismo equipo, este equipo es Diésel para trasladarse y eléctrico para los trabajos de sostenimiento además trabaja con presión de agua y aire.

2.3.6. Equipo jumbo emperador modelo Robolt DS311

El equipo jumbo emperador Robolt DS311 es un equipo para sostenimiento mecanizado de labores en interior mina, perfora e inyecta el cemento en pernos Helicoidales y también coloca pernos Split set de 8 y 5 pies, tiene porta pernos donde se colocan 6 pernos, es un equipo articulado y de bajo perfil que les facilita el ingreso a labores reducidas ya que su brazo es de menor tamaño que el Boltec, este equipo trabaja con energía eléctrica de 440 voltios, presión de agua y aire.

2.3.7. Shank adapter

El shank adapter es el primer elemento en recibir la energía generada por la perforadora. Cada perforadora tiene un tipo distinto de shank adapter, a su vez, cada aplicación tiene un tipo recomendado de shank adapter. Actualmente existen shank Adapter para las siguientes marcas de perforadoras:

- Atlas Copco.
- Sandvik.
- Boart Longyear.
- Furukawa.
- Ingersoll.
- Rand.
- Krupp.
- Secoma.
- Tamrock, entre otros.

2.3.8. Coupling para sostenimiento y jumbos frontoneros

El Coupling o acople es el que une el Shank y la barra es el segundo elemento de transmisión de energía, su medida dependerá del tipo de rosca que tenga los elementos a conectar (el Shank y la barra ya sea para sostenimiento o para equipos frontoneros), son tradicionalmente los elementos más débiles de toda la columna de perforación. El Coupling recibe la energía del Shank y lo transmite a la barra, al ser el Coupling el elemento de unión entre el Shank y la barra éste se convierte en el principal elemento de rotura en la línea de perforación.

2.3.9. Barras de 8 pies (sostenimiento)

A. Producto N° 9000989, cód. de producto 203-2524-C,02

Barra Magnun R32-RD32-R32x8'. Barra/tubo de perforación redonda, la rosca tanto en el extremo de la broca y el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 32 mm, el cuerpo de la barra es redonda de 32 mm, de diámetro con una longitud de 8 pies o 2.40 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus del fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 13.2 kg. la cual es carburizada con superficie endurecida, para taladros de sostenimiento, taladros de servicio, estocadas, nichos, etc.

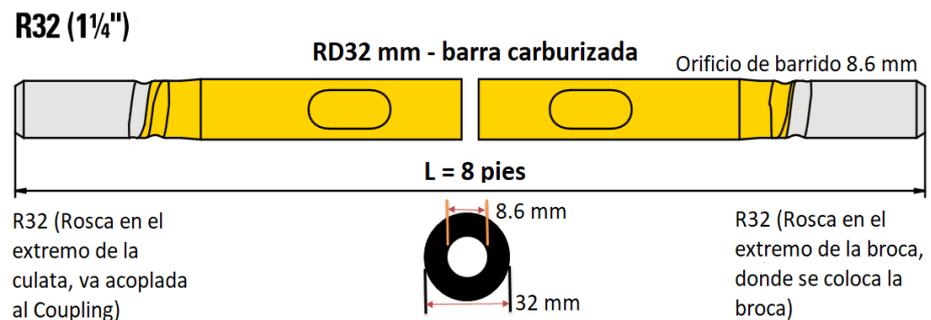


Figura N° 2.3.9.1. Barra de 8 pies. Redondo para sostenimiento

B. Producto N° 90548093, cód. de producto 202-0324-C,02

Barra R25-Hex32-R25x8'. Barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca tanto en el extremo de la broca y el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 25 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 25 mm. de lado a lado y 28.5 mm. de arista a arista, con una longitud de 8 pies o 2.40 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus del

fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 6.7 mm., la barra tiene un peso de 9.2 kg. la cual es carburizada con superficie endurecida, para taladros de sostenimiento, taladros de servicio, estocadas, nichos, etc.

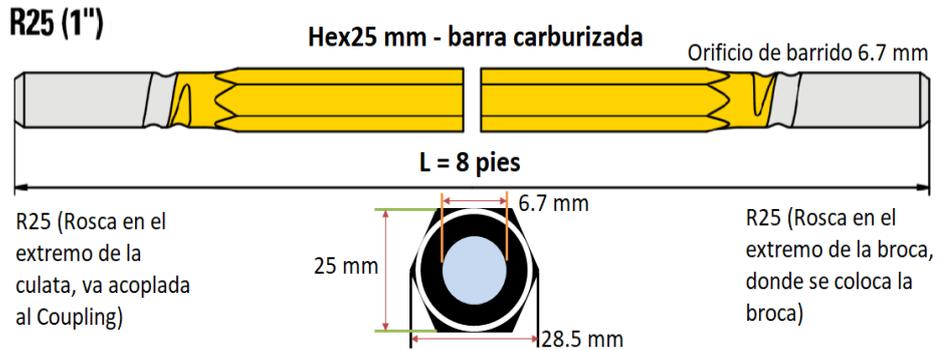


Figura N° 2.3.9.2 Barra de 8 pies. Hexagonal para sostenimiento

C. Producto N° 90503115, cód. producto 202-0324-03-C,02

Barra R32-Hex25-R25x8'. Barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es recta y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 25 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 25 mm. de lado a lado y 28.5 mm. de arista a arista, con una longitud de 8 pies y 63/8" pulgadas ó 2.60 m de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus del fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 6.7 mm., la barra tiene un peso de 9.3 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 32 mm., la barra es carburizada con superficie endurecida, para taladros de sostenimiento, taladros de servicio, estocadas, nichos, etc.

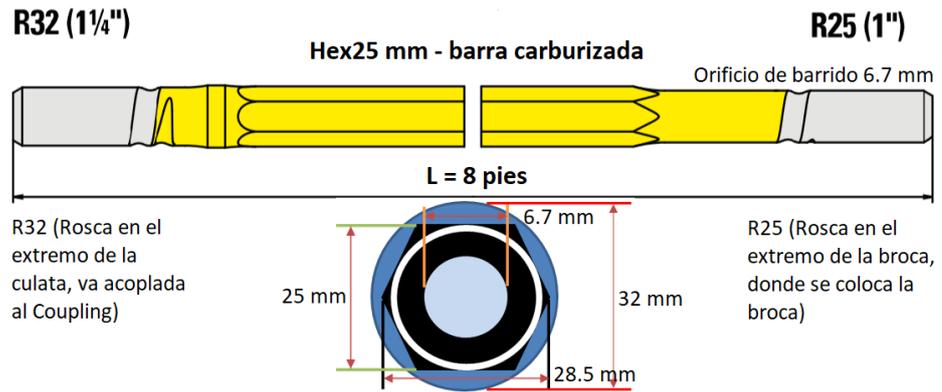
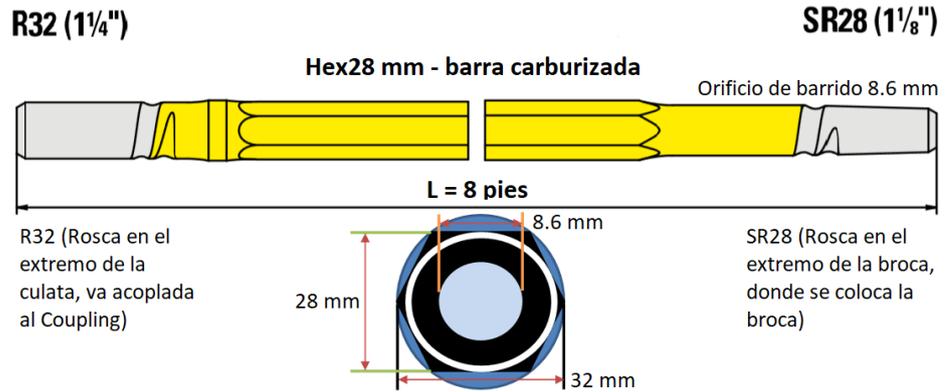


Figura N° 2.3.9.3. Barra de 8 pies. Hexagonal para sostenimiento

D. Producto N° 90514370, cód. producto 225-0424-03-C,02

Barra Magnum R32-Hex28-SR28x8'. Barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es cónico y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 28 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 28 mm. de lado a lado y 32 mm. de arista a arista, con una longitud de 8 pies ó 2.40 m de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus del fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 12.2 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es ovalada con un diámetro de 32 mm., la barra es carburizada con superficie endurecida, para taladros de sostenimiento, taladros de servicio, estocadas, nichos, etc.



Varillaje roscado Magnum SR28

Un 33% más de material significa un aumento considerable de la resistencia a la fatiga del metal

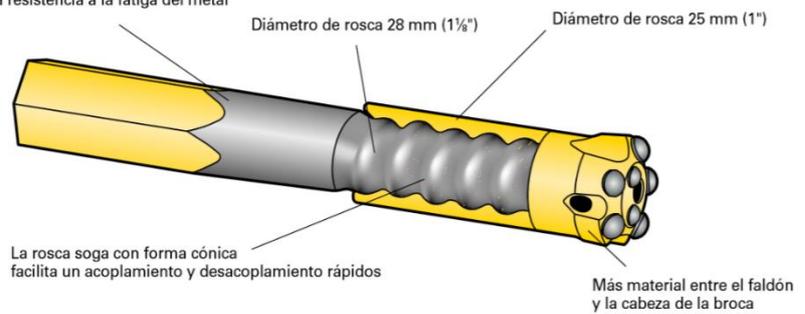


Figura N° 2.3.9.4. Barra de 8 pies. Hexagonal para sostenimiento

2.3.10. Barra de 14 pies (frontoneros)

A. Producto N° 90500862, cód. producto 203-0643-35-C,02

Barra T38-Hex35-R32x14', barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es recto, y el tipo de hilos de la rosca es avalada con un diámetro de 32 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 35 mm. de lado a lado y 39.3 mm de arista a arista, con una longitud de 14' 1 5/8" ó 4.30 m de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta

el agua a presión para el barrido de detritus del fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 33.60 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., la barra es carburizada con superficie endurecida, para taladros en frentes de avance y desquinces.

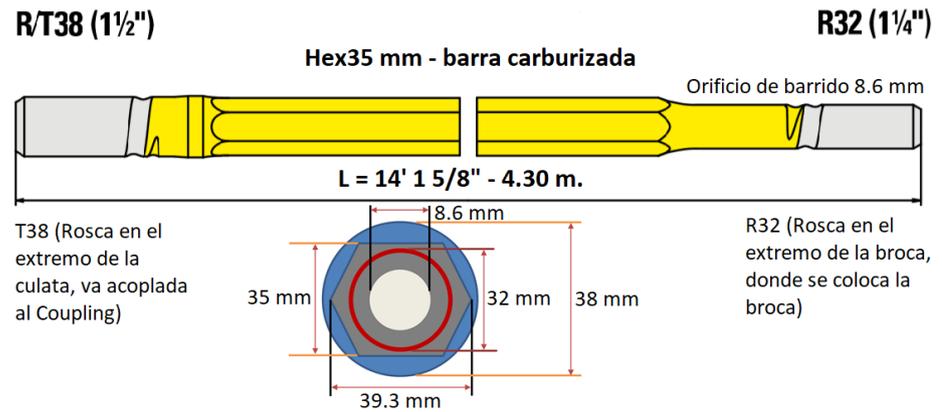


Figura N° 2.3.10.1. Barra de 14 pies. Hexagonal para frentes

B. Producto N° 90503663, código de producto 203-0643-35-MF-C,02. (rosca macho y hembra)

Barra T38-Hex35-R32x14', barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es recto, y el tipo de hilos de la rosca es avalado con un diámetro de 32 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 35 mm. de lado a lado y 39.3 mm de arista a arista, con una longitud de 14' 1 5/8" ó 4.30 m de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 34.70 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado

con un diámetro de 38 mm., el diseño de esta barra es que tiene dos tipos de rosca los cuales 1 es hembra con un diámetro de 38 mm. y la copa tiene un diámetro de 57 mm.; donde encaja el Shank Adapter, y la otra rosca es macho donde va la broca, para la columna de esta perforación ya no lleva Coupling ya que esta acoplada directamente con el Shank Adapter.

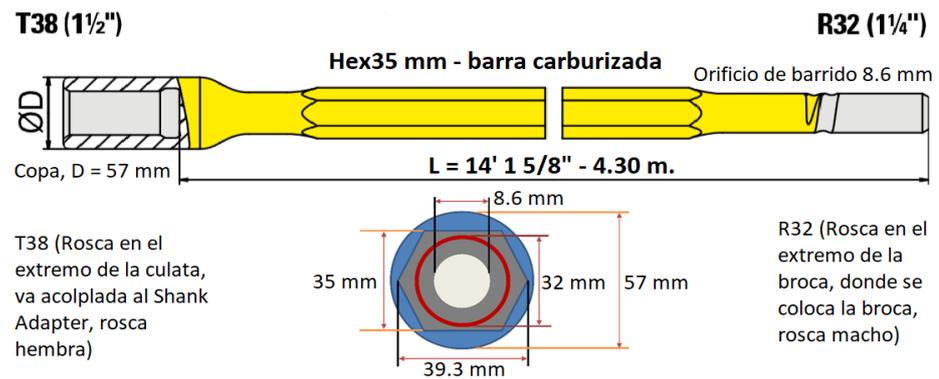


Figura N° 2.3.10.2. Barra de 14 pies. Hexagonal para frentes

C. Producto N° 90513857, cód. producto 228-0643-04-C,02

Barra T38-Hex35-SR35x14', barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es cónico, y el tipo de hilos de la rosca es avalada con un diámetro de 35 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 35 mm. de lado a lado y 39.3 mm. de arista a arista, con una longitud de 14' 1 5/8" ó 4.30 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus del fondo del taladro, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 33.60 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., la barra es carburizada con superficie endurecida, para taladros en frentes de

avance (galería, crucero, by pass, cámara, ventana, rampa, et.), desquinces y otros.

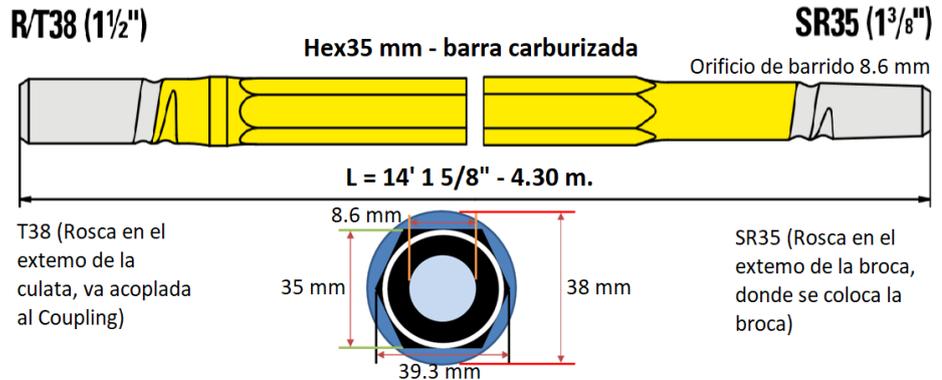


Figura N° 2.3.10.3 Barra de 14 pies. Hexagonal para frentes

D. Producto N° 90514124, producto 228-0643-35-MF-C,02

Barra T38-Hex35-SR35x14', barra/tubo de perforación hexagonal, la rosca en el extremo de la broca es cónico, y el tipo de hilos de la rosca es avalado con un diámetro de 35 mm., el cuerpo de la barra es hexagonal de 35 mm. de lado a lado y 39.3 mm. de arista a arista, con una longitud de 14' 1 5/8" ó 4.30 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 34.10 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., el diseño de esta barra es que tiene dos tipos de rosca los cuales 1 es hembra con un diámetro de 38 mm. y la copa tiene un diámetro de 57 mm.; donde encaja el shank adapter, y el otra rosca es macho del tipo cónico donde va la broca, para la columna de esta perforación ya no lleva Coupling porque al tener esta barra con

una de la rosca hembra, esta va acoplada directamente con el shank adapter.

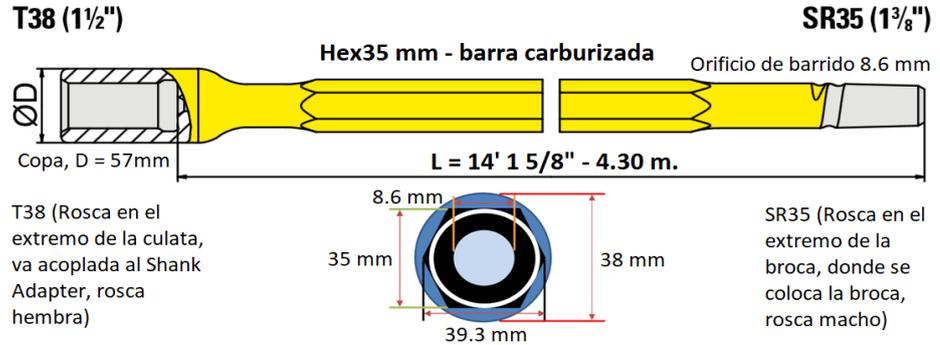


Figura N° 2.3.10.4. Barra de 14 pies. Hexagonal para frentes

E. Producto N° 90515570, cód. de producto 235-4743-MF,29

Barra T38-RD38-T38x14', barra/tubo de perforación redonda, la rosca en el extremo de la broca es recto, y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., el cuerpo de la barra es redonda de 38 mm., con una longitud de 14' 1 5/8" ó 4.30 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 39.90 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., el diseño de esta barra es que tiene dos tipos de rosca los cuales 1 es hembra con un diámetro de 38 mm. y la copa tiene un diámetro de 57 mm.; donde encaja el Shank Adapter, y el otra rosca es macho donde va la broca, para la columna de esta perforación ya no lleva Coupling porque al tener esta barra con una de la rosca hembra, esta va acoplada

directamente con el Shank Adapter, para taladros en frentes de avance, desquinches y otros.

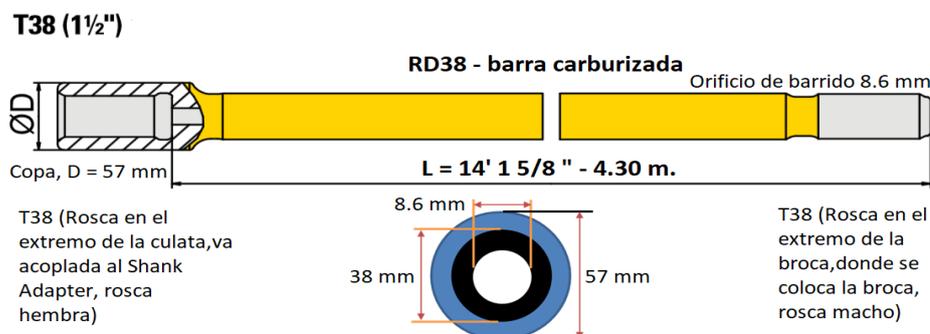


Figura N° 2.3.10.5. Barra de 14 pies. Redondo para frentes

2.3.11. Barra de 5 pies (taladros largos)

A. Producto N° 90510720, cód. producto 235-4715-MF-C,02

Barra T38-RD38-T38x5', barra/tubo de perforación redonda, la rosca en el extremo de la broca es recto, y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., el cuerpo de la barra es redonda de 38 mm., con una longitud de 5 pies ó 1.5 m. de extremo a extremo, por el cual atraviesa un orificio en todo el cuerpo de la barra por donde se inyecta el agua a presión para el barrido de detritus, este orificio de barrido tiene un diámetro de 8.6 mm., la barra tiene un peso de 13.30 kg. la rosca en el extremo de la culata es reta y el tipo de hilos de la rosca es cuadrado con un diámetro de 38 mm., el diseño tiene dos tipos de rosca los cuales 1 es hembra con un diámetro de 38 mm. y la copa tiene un diámetro de 57 mm.; donde encaja el Shank, y la otra rosca es macho donde va la broca, la columna de perforación de taladros largos

no llevan Coupling, la barra esta acoplada directamente con el Shank, para perforar taladros largos en paralelo o abanico más de 25 m.

T38 (1½")

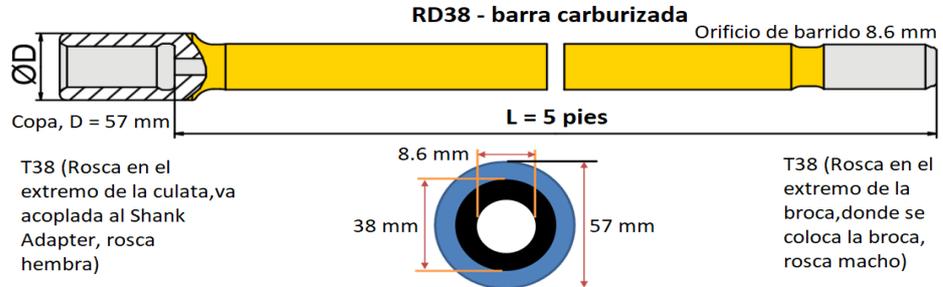


Figura N° 2.3.11.1. Barra de 5 pies. Redondo para taladros largos

2.3.12. Broca de 38 mm. (sostenimiento)

A. Producto N° 90505179, cód. producto 102-5038-27,39-20

Broca R25, es una broca de botones con una rosca de 25 mm. que encaja en el modelo de la barra R25-Hex32-R25x8' y en el modelo R32-Hex25-R25x8', con frente plano y bóveda, el diámetro de la broca es de 38 mm., tiene en su estructura 7 botones esféricos los cuales están divididos en 5 periféricos y 2 centrales con un ángulo de 30° de los botones periféricos, estas brocas presentan 2 orificios de barrido 1 lateral y otro central así como también 2 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 0.6 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. Desde la base los cuales van a tener contacto directo con la roca. Con sus grandes botones periféricos, esta broca está diseñada para perforar en roca semidura a dura y abrasiva, estas brocas están hechas

de Carburo, Tungsteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frío.

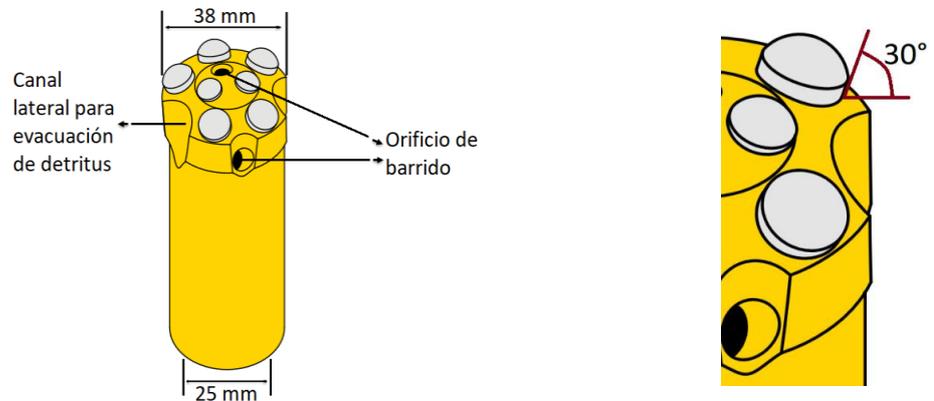


Figura N° 2.3.12.1. Broca de 38 mm. Para sostenimiento

B. Producto N° 90514282, cód. producto 125-5038-27,39-20

Broca SR28, es una broca de botones con frente plano y bóveda con una rosca de 28 mm. de forma cónica que encaja en el modelo de la barra R32-Hex28-SR28x8', el diámetro de la broca es de 38 mm., tiene en su estructura 7 botones esféricos los cuales están divididos en 5 periféricos y 2 centrales con un ángulo de 30° los botones periféricos, estas brocas presentan 2 orificios de barrido 1 lateral y otro central así como también 2 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 0.6 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. Desde la base los cuales van a tener contacto directo.

Con sus grandes botones periféricos, esta broca está diseñada para perforar en roca semidura a dura y abrasiva, estas brocas están hechas de Carburo, Tungsteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frío.

Varillaje roscado Magnum SR28

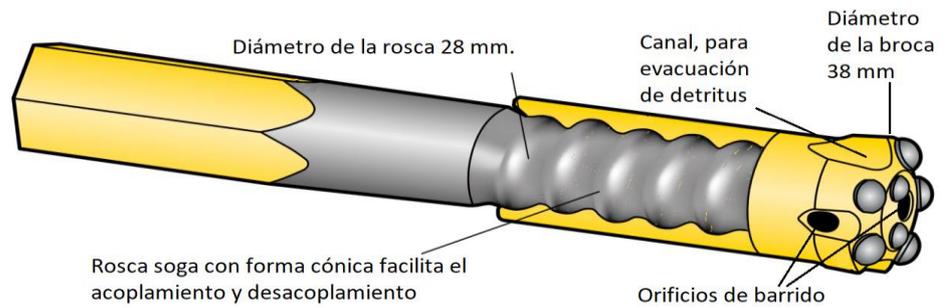


Figura N° 2.3.12.2. Broca de 38 mm. Para sostenimiento – Magnum

2.3.13. Broca de 51 mm. (frontoneros)

A. N° 90509465, código de producto 103-5051-37,39-20

Broca R32, es una broca de botones con frente plano y bóveda con una rosca de 32 mm de forma recta que encaja en el modelo de la barra T38-Hex35-R32x14' y T38-Hex35-R32x14'(MF), el diámetro de la broca es de 51 mm., tiene en su estructura 9 botones esféricos los cuales están divididos en 6 periféricos y 3 centrales con un ángulo de 40° los botones periféricos, estas brocas presentan 4 orificios de barrido 1 lateral y 3 centrales así como también 6 canales laterales (3 normales y 3 medianos) que sirven para la evacuación de detritus, la broca tiene un peso de 1.0 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. Desde la base

Estas brocas están hechas de Carburo, Tungsteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frío.

En la investigación que se ha realizado, esto es uno de los aceros de perforación con mayor consumo por el mismo echo que se perfora más labores horizontales.



Figura N° 2.3.13.1. Broca de 51 mm. Para frentes

B. N° 90513842, código de producto 128-5051-37-67,39-20

Broca SR35, es una broca de botones con frente plano y bóveda con una rosca de 35 mm. de forma cónica que encaja en el modelo de la barra T38-Hex35-SR35x14' y T38-Hex35-SR35x14'(MF), el diámetro de la broca es de 51 mm., tiene en su estructura 9 botones esféricos los cuales están divididos en 6 periféricos y 3 centrales con un ángulo de 40° los botones periféricos, estas brocas presentan 4 orificios de barrido 1 lateral y 3 centrales así como también 3 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 0.9 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. Desde la base los cuales van a tener contacto directo con la roca. Con 9 botones, 6 botones periféricos, este modelo es ideal para roca abrasiva. Disponible con botones esféricos o balísticos, estas brocas están hechas de Carburo, Tungsteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frio.

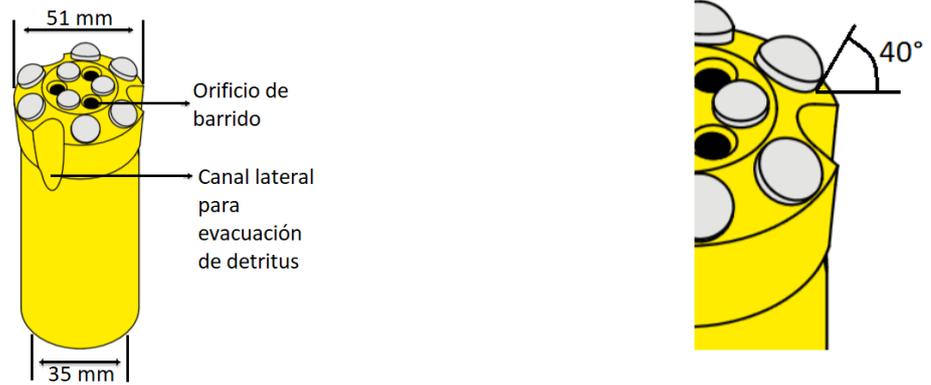


Figura N° 2.3.13.2. Broca de 51 mm. Para frentes

2.3.14. Broca de 2.5" o 64 mm. (taladros largos)

A. N° 9051031, código de producto 135-6064-45,49-20

Broca T38, es una broca retráctil de botones Drop Center (presenta 1 botón en el centro) acanalado con una rosca de T38 mm. de forma cuadrado que encaja en el modelo de la barra T38-RD38-T38x5', el diámetro de la broca es de 64 mm., tiene en su estructura 10 botones esféricos los cuales están divididos en 6 periféricos, 3 centrales y 1 botón Drop Center, con un ángulo de 35° los botones periféricos, estas brocas presentan 3 orificios centrales de barrido, así como también 6 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus, la broca tiene un peso de 2.3 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm.

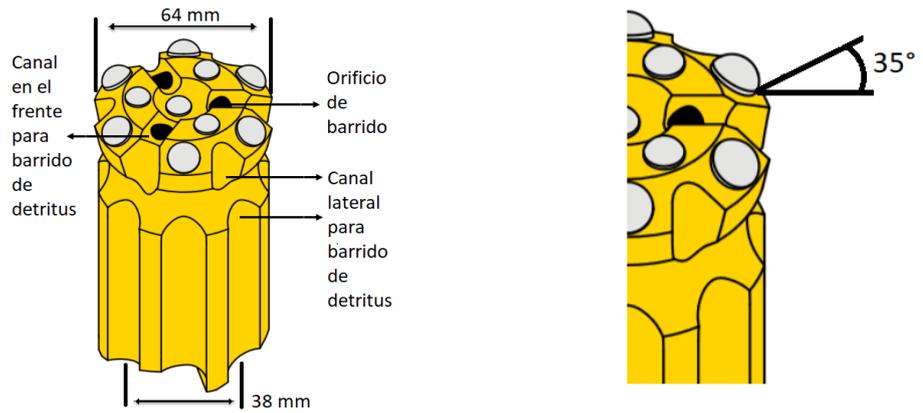


Figura N° 2.3.14.1. Broca de 64 mm. Para taladros largos

2.3.15. Broca rimadora de 102 mm. (frontoneros)

A. N° 90510781, código de producto 103-5102-42,49-20

Broca R32, Broca escariadora Domo con frente de forma de bóveda, con una rosca de R32 mm. de forma recta que encaja en el modelo de la barra T38-Hex35-R32x14' y T38-Hex35-R32x14'(MF), el diámetro de la broca es de 102 mm., tiene en su estructura 17 botones esféricos los cuales están divididos en 16 periféricos y 1 central, con un ángulo de 35° los botones periféricos, estas brocas presentan 2 orificios de barrido, así como también 8 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 3.2 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. desde la base los cuales van a tener contacto directo con la roca. Con 17 botones, 16 botones periféricos, este modelo es ideal para roca abrasiva, estas brocas están hechas de Carburo, Tungteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frio.

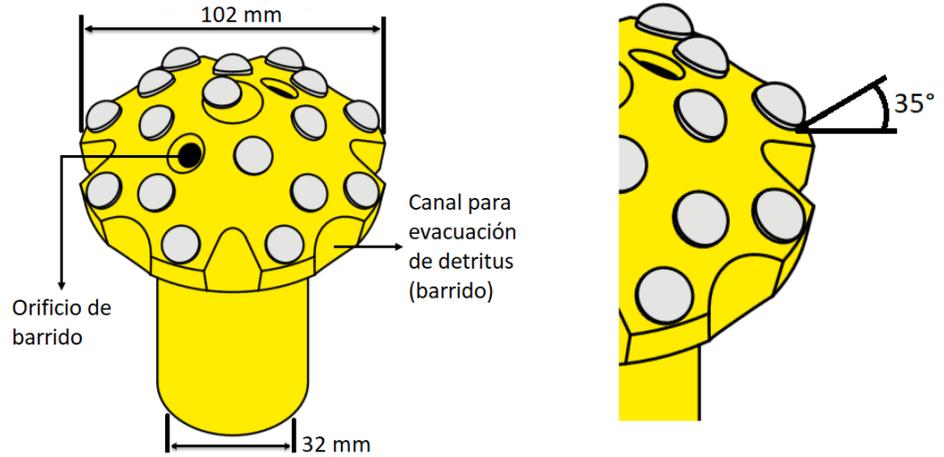


Figura N° 2.3.15.1. Broca de 102 mm. Rimadora para frentes

B. N° 90513850, código de producto 128-5102-42-24,49-20

Broca SR35, Broca escariadora Domo con frente de forma de bóveda, con una rosca de SR35 mm. de forma recta que encaja en el modelo de la barra T38-Hex35-SR35x14' y T38-Hex35-SR35x14''(MF), el diámetro de la broca es de 102 mm., tiene en su estructura 17 botones esféricos los cuales están divididos en 16 periféricos y 1 central, con un ángulo de 35° los botones periféricos, estas brocas presentan 2 orificios de barrido, así como también 8 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 3.2 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. desde la base los cuales van a tener contacto directo con la roca. Con 17 botones, 16 botones periféricos, este modelo es ideal para roca abrasiva. Disponible con botones esféricos o balísticos, estas brocas están hechas de Carburo, Tungteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frio.

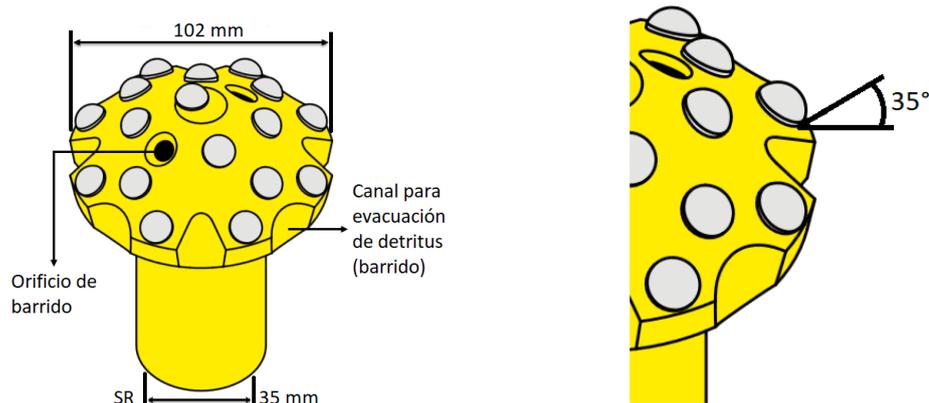


Figura N° 2.3.15.2. Broca de 102 mm. Rimadora para frentes

2.3.16. Broca rimadora de 5" (taladros largos)

A. N° 90513776, código de producto 135-5127-42-24,49-20

Broca T38, Broca escariadora Domo con frente de forma de bóveda, con una rosca de T38 mm. de forma recta que encaja en el modelo de la barra T38-RD38-T38x5', el diámetro de la broca es de 127mm., tiene en su estructura 19 botones esféricos los cuales están divididos en 18 periféricos y 1 central, con un ángulo de 35° los botones periféricos, estas brocas presentan 3 orificios de barrido, así como también 9 canales laterales que sirven para la evacuación de detritus del fondo del taladro, la broca tiene un peso de 5.2 kg. los botones vienen con una sobre dimensión de 0.5 mm. desde la base los cuales van a tener contacto directo con la roca. Con 19 botones, 18 botones periféricos, este modelo es ideal para roca abrasiva. Disponible con botones esféricos o balísticos, estas brocas están hechas de Carburo, Tungteno y Cobalto, los botones se figan por contracción o presión en frio.

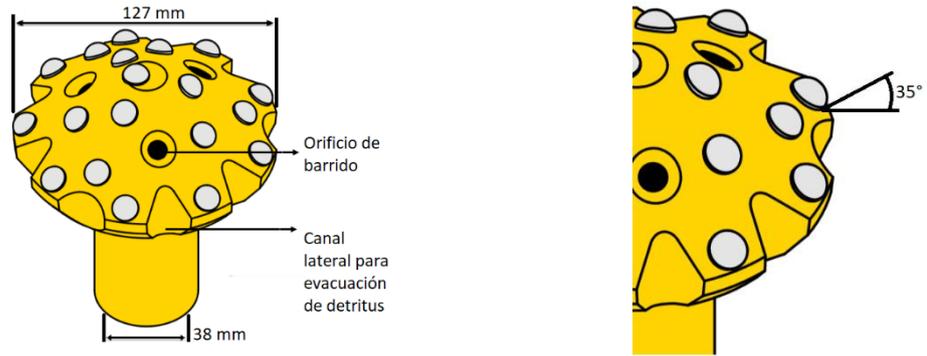


Figura N° 2.3.16.1. Broca de 127 mm. Rimadora para taladros largos

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

“Si se aplica el plan de control de los aceros de perforación dentro de los parámetros de operación, se podrá optimizar el uso adecuado y con ello la vida útil de cada acero de perforación, entonces se logrará minimizar el consumo y reducir costos en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”.

2.4.2. Hipótesis Específicas

“Si se dispone con los parámetros de perforación dentro de las operaciones, entonces podemos elaborar el plan adecuado de control de los aceros de perforación para evitar mayores consumos y reducir los costos en la adquisición de dichos aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”.

2.5. Identificación de variables

Plan estratégico de control de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Minimizar el consumo y costos de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”. Los trabajadores y materiales involucrados en el proyecto con cultura organizacional en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

CAPTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es tecnológico aplicado, porque aplica los estudios teóricos y prácticos a una determinada situación concreta; registra los conocimientos para ejercer, para actuar, para reformar y dar solución a la problemática que presenta la situación.

3.2. Métodos de investigación

La investigación elaborada aplica el método descriptivo y de forma general deductivo – inductivo porque se da inicio por la percepción de fenómenos particulares con la intención de llegar a conclusiones e ideas generales.

Deductivo ya que la indagación se da comienzo con las observaciones de un fenómeno general con la intención de llegar a premisas particulares. Descriptivo porque se busca instaurar usando la descripción de lo ejecutado para realizar un verdadero plan estratégico de controles.

3.3. Diseño de investigación

El plan de investigación que se ha usado pertenece al descriptivo, por tal motivo se analizó las diferentes variables independientes y se calculó los efectos sobre las variables dependientes.

M → O

M: Muestra obtenida.

O: Se recolecta toda la información necesaria del campo y se plantea los cambios para ser implementados y con ello optimizar el costo y el uso en cantidades de los aceros de perforación.

3.4. Población y muestra

La población está constituida por la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

La muestra para esta investigación son los distintos tipos aceros de perforación que usan los equipos mecanizados en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos de la actual investigación corresponden a: libreta de apuntes, toma de tiempo de perforación por cada accesorio, cuadros comparativos de trabajo, mediciones de aceros con Vernier, seguimiento a equipos de perforación (estado de los equipos), planos y mallas de perforación que eran del proyecto de la labor, plano geológico, plano de geología regional, plano geomecánico (plano RMR, plano GSI), fotografías, pruebas de aceros, datos de afilados y devastados de brocas, observación de la destreza de los operadores, datos recopilados de los diseños de los aceros de perforación, etc.

Las informaciones han sido recopiladas como resultado de las indagaciones y pruebas realizadas durante las observaciones de toda la investigación.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En esta investigación las técnicas de procesamiento y análisis de datos serán dirigidas al proceso de información obtenida en el campo de operaciones, con el fin de obtener toda la información necesaria acerca de la utilización de los aceros de perforación, toda la información será procesada y analizada en los trabajos de gabinete y esto se va a realizar después que se toma cada muestra recogida en los trabajos realizados para luego ser comparadas en relación con otras informaciones.

La información de datos logrados va a ser procesados, tabulados, estudiados, comparados e interpretados por procedimientos estadísticos, con análisis en tabulaciones, cuadros y gráficos para su entendimiento, se usó las medidas de tendencia central (se sacó promedios de cada información).

3.7. Tratamiento estadístico

Todos los resultados obtenidos de la investigación serán puestos a prueba de hipótesis, vida útil y rendimiento de los aceros, desgaste prematuro, análisis de todas las perforaciones en diferentes equipos, análisis de costos antes y después, consumo de aceros mes por mes, control y calidad de los aceros (algo importante son los diseños de los aceros), estatus de todos los equipos de perforación con gráficos.

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

Los instrumentos de la presente investigación han sido seleccionados y

validados de acuerdos a los trabajos de operaciones mina en cuanto al uso de aceros de perforación de todos los equipos, dichos instrumentos que van a ser usados nos van a dar la confiabilidad de obtener datos informativos precisos y reales que sirvan para dar solución a los problemas de la investigación.

Los instrumentos que han sido seleccionado tales como: manómetro, vernier, tacómetro, regla de insertos y devastador se ha pedido la compra directamente a la empresa y otros instrumentos como: información geológica, capacitaciones, elaboración de formato de plan de control de aceros, etc., se ha elaborado y gestionado para que nos que nos brinden la información.

3.9. Orientación ética

La intencionalidad de esta investigación va dirigida al desarrollo y mejora continua de los procesos operativos de la Empresa en cuanto a la utilización de los aceros de perforación, realizando una investigación original dentro de los parámetros éticos de investigación para dar solución a los problemas que se tiene ya que todos los datos obtenidos durante la investigación fueron sacados de los procesos unitarios que realiza esta Empresa a partir de los equipos, materiales, mano de obra (participantes) y lugar de trabajo y no de otras fuentes ajenas.

Desde la perspectiva metodológica, esta investigación es un proceso que está dentro del marco teórico y científico el cual todas las actividades realizadas han sido planeadas de forma abierta durante todo el proceso de investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

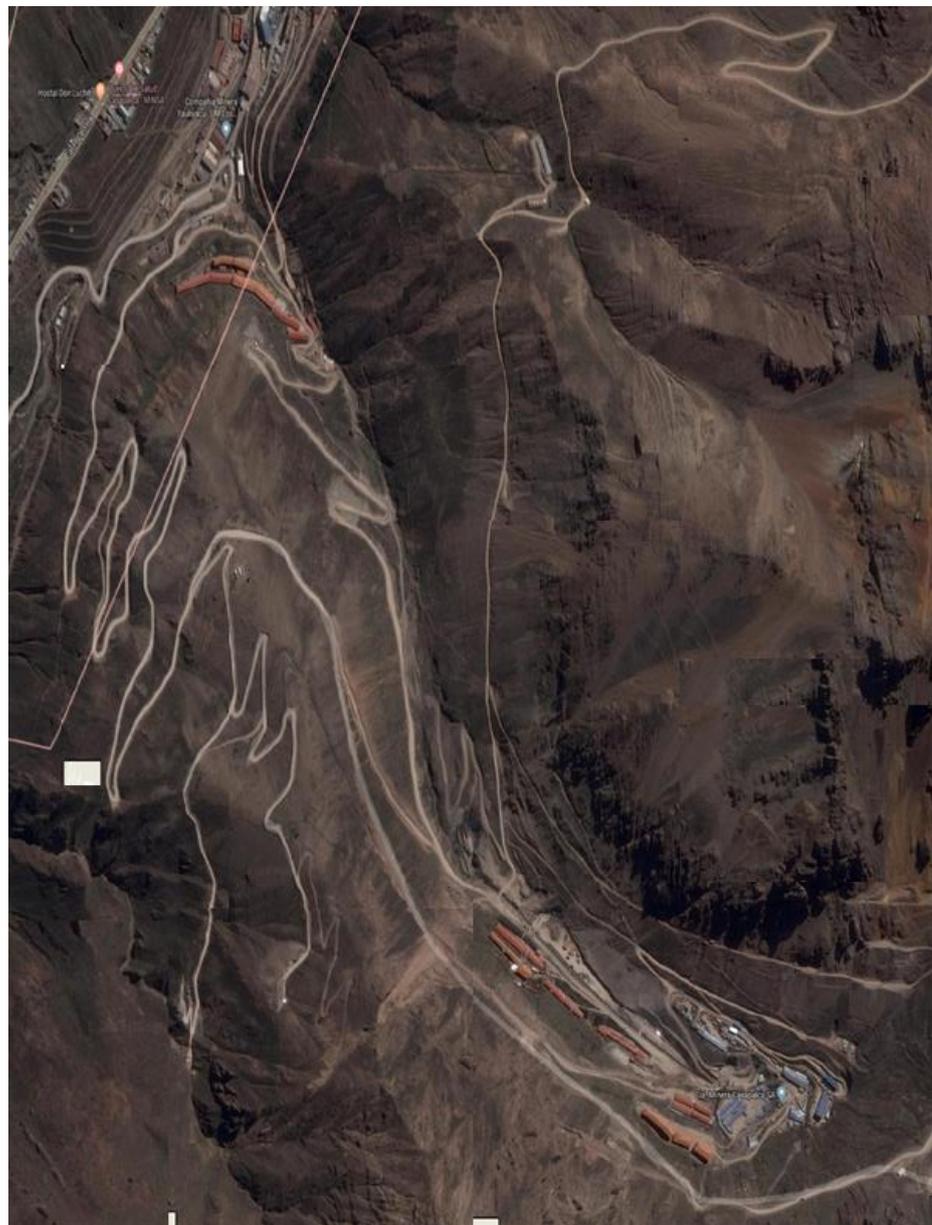
4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación a acceso de la unidad minera

La Compañía Minera Casapalca está ubicada en el corazón de la sierra limeña en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí – departamento de Lima, a 4200 metros sobre el nivel del mar, geográficamente se localiza en la zona central, flanco Occidental de la cordillera de los andes entre las coordenadas 11°14'58.4" latitud sur y 76°14'6.6" longitud oeste, Es vecina de la población de Chicla, 3 de enero, San Mateo, San Antonio y Pomacocha. Se ubica a la altura del Km. 115 de la Carretera Central, para llegar a la mina y los campamentos de la empresa minera Casapalca, se toma un acceso desde la carretera central a la altura del km. 115 desde el centro poblado de Casapalca ya sea a pie o con carro y que esta se encuentra a 2 kilómetros cuesta arriba.



*Fotografía
N° 5.1.1.
mapa de
ubicación de
Compañía
Casapalca*



Fotografía N° 4.1.1.1. mapa de Compañía Casapalca

4.1.2. Topografía y fisiografía

La Compañía Minera Casapalca está ubicada en el corazón de la sierra limeña en la provincia de Huarochirí, a 4200 metros sobre el nivel del mar. Es vecina de los distritos de Chicla, 3 de enero, San Mateo, San Antonio y Pomacocha. Se ubica a la altura del Km. 115 de la Carretera Central.

El acceso a La Compañía Minera Casapalca S. A. se realiza desde la ciudad de Lima a través de la carretera central, siguiendo las localidades de: Lima – Chosica – Surco – Matucana – San Mateo – Chicla – Casapalca hasta el Km. 115 donde están situadas las instalaciones de la Empresa Minera Los Quenuales S.A., desde este punto existe una carretera afirmada de 8 Km., que sube por la quebrada El Carmen hacia el Sureste, y que conduce a las instalaciones de Compañía Minera Casapalca S.A. que está a unos 15 minutos de lo mencionado. El tiempo de viaje en estas vías desde la Capital es de 3 horas aproximadamente.

El área de estudio se encuentra típicamente dentro un ambiente del tipo Glaciar, cuyas altitudes llegan hasta los 5,000 m.s.n.m. con zonas de topografía abrupta y fuertes pendientes, con geoformas modeladas por antiguos glaciares, con valles en forma de U y lagunas escalonadas; se encuentra comprendida a una altitud entre los 4,200 m.s.n.m. y 5,350 m.s.n.m.

4.1.3. Climatología y meteorología

La Compañía Minera Casapalca S.A. se encuentra en las altitudes entre 4200 m.s.n.m. y 5350 m.s.n.m., su clima se caracteriza por ser

tipo frío o de Puna entre 4000 – 4500 m.s.n.m. y tipo frígido o glaciar entre 4500 m.s.n.m. a más.

4.1.4. Temperatura

La temperatura se tiene una relación inversa con la altitud, quiere decir que a mayor altura menor temperatura, disminuyendo 0.6 °C por 100 m de aumento de altitud, por encontrarse en la altitud mencionada en el ítem anterior se tiene una variación significativa entre el día y la noche. En la microcuenca de Huaricancha entre los meses de julio a noviembre la temperatura varía (1.9°C a 2.9°C), en la microcuenca Pumatarea (pertenece a la cuenca del Mantaro) entre los meses de julio a noviembre varía (2.2°C a 3.4°C) y en la microcuenca Magdalena varía (5.9°C a 6.1°C) este pertenece a la cuenca del Rímac.

La temperatura máxima en el área para la microcuenca Huaricancha es de 3.1°C, microcuenca Pumatarea es de 3.7°.

4.1.5. Evaporación

La evaporación total anual se asemeja a la microcuenca de Huaricancha, estación Tuctu (4423 m.s.n.m.) ubicado en Yauli, región de Morococha la cual pertenece a la cuenca del Mantaro, siendo la evaporación 1161.1mm.

4.1.6. Humedad relativa

El vapor de agua absorbe energía solar durante el día y la va perdiendo paulatinamente por las noches, es por ello que las menores temperaturas se presentan en el amanecer y no al anochecer.

La humedad relativa para el área es tomada de la estación Marcapomacocha y Matucana, la cual es 85% y 73.8% respectivamente.

4.1.7. Precipitación

La precipitación es la caída de agua sólida o líquida por la condensación del vapor de agua en la superficie terrestre. En la zona de Casapalca se tiene precipitaciones máximas correspondiente a la microcuenca, con altitud de 4700 m.s.n.m. le corresponde 34.60 mm, a la microcuenca de Pumatarea le corresponde 32.6 y microcuenca Magdalena 27.3 mm.

4.1.8. Geología regional

La minera Casapalca se encuentra en el flanco Este de un “anticlinorium” con su eje que pasa cerca de Morococha y Yauli.

La Compañía minera Casapalca se encuentra sobre depósitos cuaternarios, los cuales están suprayaciendo a rocas sedimentarias e intrusivas del Cretáceo superior y terciario Inferior. Se caracteriza por los afloramientos de formaciones de edad Cretáceo hasta el reciente, fuertemente plegadas y falladas.

El relieve del área de estudio presenta fuertes contrastes topográficos y climáticos, ya que en la divisoria continental es montañoso e inhóspito, en los valles de la vertiente del Pacífico es abrupto y encañonado. Las unidades geomorfológicas que se describen en el artículo: “Geología de los cuadrángulos de Matucana y Huarochirí Hojas 24-k y 25-K” son las siguientes: El Flanco Occidental Andino, la

zona de altiplanicies, vestigios de la superficie Puna, los valles y las zonas de altas cumbres.

Tabla: Unidades Geológicas

Cronoestratigrafía			Unidades Litoestratigrafía		Rocas Intrusivas		
Era	Sistema	Serie	Unidades Estratigráficas		Plutónicas	Hipabisales	
CENOZOICO	Cuaternario	Reciente	Depósitos Aluviales	Q-al	Tonalita T-to Monzonita/G ranodiorita T-mz/gd Diorita T-di	Andesita T-an	
		Pleistoceno	Depósitos Fluvioglaciares	Q-fg			
			Depósitos Glaciares	Q-g			
	Terciario	Superior	Volc. Pacococha	Ts-p			
		Medio	Fm. Huarochirí	Ts-hu			
		Inferior	Volc. Millotingo	Tm-m			
			Fm. Bellavista Río Blanco Fm. Carlos Francisco	Tiq-bvrb Tim-cf			
			Fm Casapalca	KTI-c			
	MESOZOICO	Cretáceo	Superior	Fm. Jumasha			Ks-J
			Inferior	Fm. Pariatambo			KI-pa
Fm Chulec				KI-chu			
Jurásico Triásico		Superior	Gpo. Goyllarisquizga	KI-g			
		Inferior	Gpo. Pucará	JR-pu			
PALEOZOICO	Permiano	Superior	Gpo. Mitu	Ps-ml			

4.1.9. Geología local

La estructura de mayor prominencia es el anticlinal de Casapalca que se encuentra en la parte central de la U.E.A. Americana, este es un pliegue con 80 grados de inclinación del eje axial, que presenta plegamientos menores (anticlinales y sinclinales) en sus flancos NE y

SW. En subsuelo se ha reconocido fallas pre-minerales que desplazan a las vetas, como la “Gran falla” que tiene rumbo N55°W.

4.1.10. Plegamientos

Las unidades estratigráficas en el distrito están plegadas, teniendo sus ejes con rumbo general de N20°W, lo que hace que sean aproximadamente paralelos al lineamiento general de los Andes. La estructura de mayor importancia es el anticlinorium Casapalca que presenta plegamientos (anticlinales y sinclinales) menores en sus flancos.

En el flanco suroeste del anticlinorium Casapalca se tiene el sinclinal Rio Blanco constituido por el pórfido Carlos Francisco, tufos Yauliyacu, volcánicos Rio Blanco y calizas Bellavista. El sinclinal Americana en el cual las unidades volcánicas terciarias son expuestas, tiene como núcleo a las calizas Bellavista, se ubica bordeando el flanco noreste.

4.1.11. Fallamiento

En el área de Casapalca, se encuentran tres grandes fallas inversas, conservando cierto paralelismo entre sí, estas fallas son: infiernillo con rumbo N38°W y buzamiento 70°SW, Rosaura de rumbo N43°W y buzamiento S80°W (presenta mineralización), Americana con rumbo N38°W y buzamiento 70°NE. La falla Rio Blanco en la parte SW del distrito tiene rumbo cerca de N35°E, paralelo al sistema de vetos M y C. En subsuelo la gran falla de rumbo N55°W.

4.1.12. Aspectos generales

A. Objetivos

Desde sus inicios, La Compañía Minera Casapalca, ha trabajado con un profundo respeto al medio ambiente, las normas que rigen la exploración minera y por sus trabajadores, que son el pilar más valorado de la empresa. La Compañía Minera Casapalca, empresa de capitales 100% peruanos, tiene como objetivo comprometerse con el desarrollo económico del país y la generación de fuentes de trabajo, que impulsan su desarrollo personal y profesional.

B. Misión

Posicionar a Casapalca como el referente de la media minería en el Perú.

C. Visión

Desarrollar nuestras actividades mineras guiados por los más altos principios y valores, protegiendo la salud, la integridad y el medio ambiente.

D. Política

Compañía Minera Casapalca S.A. es una organización dedicada a la explotación, preparación, explotación, tratamiento y beneficio de minerales polimetálicos de Cu, Zn, Pb y Ag; considera las personas y medio ambiente como los valores más importantes de nuestra organización. Empleamos todos los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos y metas en Medio Ambiente, Seguridad y salud en el Trabajo; para prevenir la contaminación del medio ambiente, lesiones, enfermedades, deterioro de la salud de nuestros colaboradores, daños a las instalaciones y equipos, promoviendo el

desarrollo sostenible de las comunidades del área de influencia de las operaciones. En ese sentido nos comprometemos a:

Cumplir con las normas legales y otros asumidos por la organización, aplicables a nuestras actividades, relacionados a la protección y cuidado del Medio Ambiente, Seguridad, Salud en el Trabajo y Responsabilidad Social.

Ejecutar programas de acción para prevenir la contaminación, lesiones y enfermedades; identificando, evaluando y controlando los aspectos y riesgos que garanticen la protección del Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo; como en el desempeño de nuestras actividades.

Realizar monitoreo de nuestro desempeño de los elementos del sistema de gestión de Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo, promoviendo la participación y consulta de nuestros colaboradores y sus representantes, comunicando a todos los cargos y niveles pertinentes de la organización, para la mejora continua.

Organizar programas de capacitación, concientización y sensibilización, para el cumplimiento de nuestra política, normas, procedimientos, objetivos y metas en la relación a la gestión integrada a Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo.

E. Valores

Día a día ponemos en práctica los valores de nuestra Compañía: Respeto mutuo, Esfuerzo, Convicción y Desarrollo. Vamos más allá de las palabras, nuestro accionar está comprometido con generar un clima de paz y progreso para nuestros trabajadores, y sus familias, para nuestras comunidades vecinas y sus proyectos, para la protección y cuidado del medio ambiente, siempre respondiendo a políticas

empresariales responsables, que garanticen la sostenibilidad de todo nuestro entorno:

Respeto mutuo.

Esfuerzo.

Convicción.

Desarrollo.

4.1.13. Vales de orden de materiales

El control de aceros de perforación empieza desde que el bodeguero de cada zona solicita los aceros para cada equipo, ellos solicitan de acuerdo al requerimiento, todo ellos parte desde la necesidad de las operaciones por cumplir los avances, metros perforados y sostenimiento, cada bodeguero maneja vales de orden de materiales, mediante estos vales ellos solicitan los aceros los cuales deben estar visados por cada jefatura con sus respectivas firmas a quien corresponda, desde aquí parte el control de aceros de perforación, en dicho vales tiene que especificar para que equipo va sacar los aceros, labor, fecha, zona, nivel, cantidad y que tipo de acero y el centro de costos los cuales nos van a ayudar tener un mayor control de dichos aceros.

Anteriormente se manejaba estos vales hasta nivel de jefe de guardia, a partir de la investigación se implantó que los vales debieran de tener además las firmas de Jefe de Zona, Superintendencia de Mina y con ellos también se implementó el flujograma de atención de orden de materiales lo cual se les presentó a Gerencia de Operaciones, desde allí se viene cumpliendo con estos controles con el respaldo de cada una de las áreas involucradas.

a las salidas de aceros para cada equipo, en este flujograma se indica la manera correcta que cada bodeguero tiene que realizar para el abastecimiento de aceros de perforación para cada equipo, este flujograma ha sido difundido a todas las áreas involucradas y se dio la capacitación correspondiente a los bodegueros.

CONTROL DE CONSUMO DE ACEROS

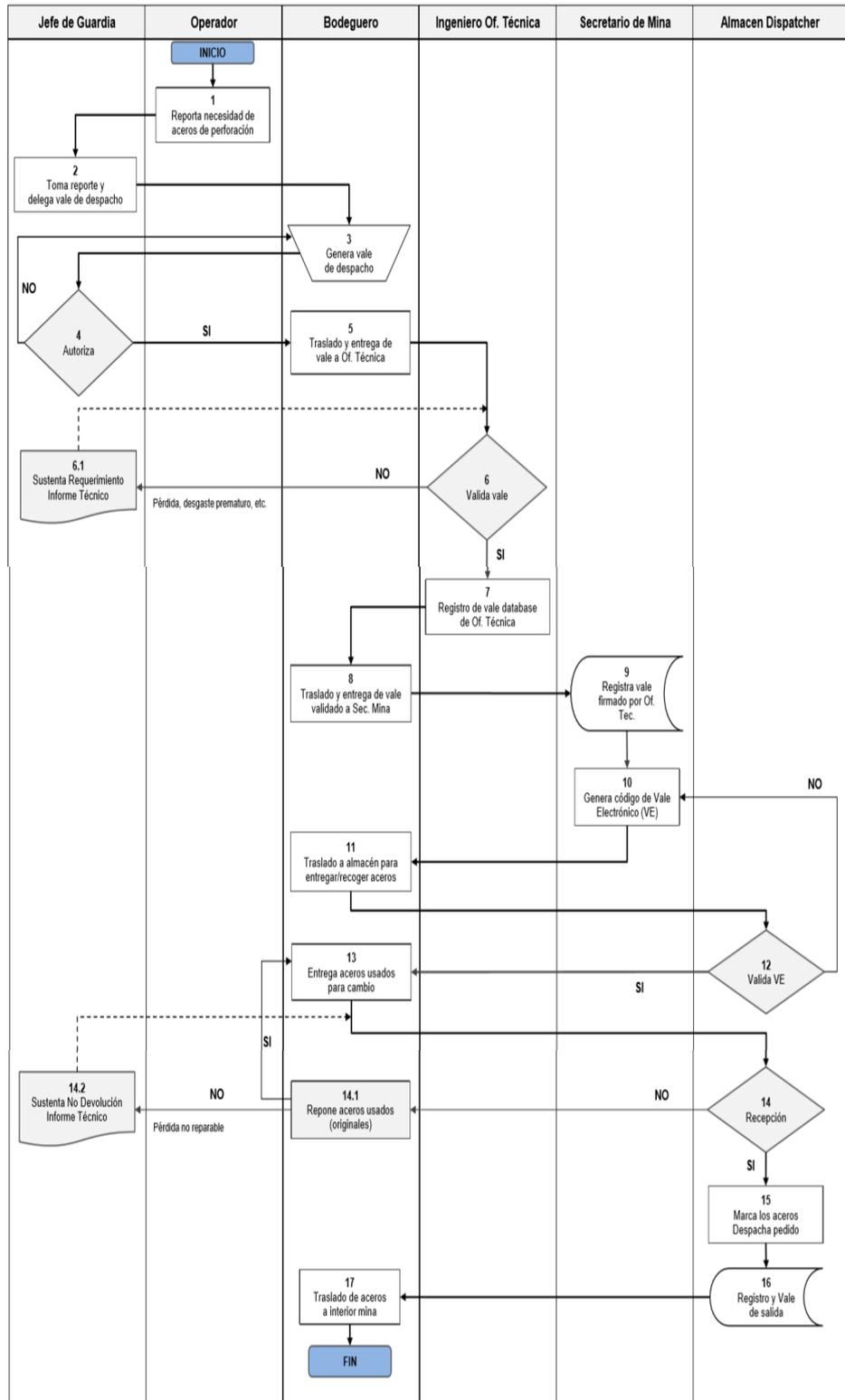


Figura N° 4.1.14.1. Flujograma para sacado de aceros de perforación

4.1.15. Base de control de aceros de la Compañía Minera Casapalca

La Compañía Minera Casapalca maneja una base en un libro Excel (se maneja esta base desde el año 2010), en donde se registraba solamente las salidas de los materiales de aceros de perforación todo esto se realiza con la finalidad de tener un adecuado control del consumo de aceros de perforación, esta base en libro Excel lo maneja Auditoría Técnica CMC conjuntamente con mi persona y que esta validada por las salidas de materiales de almacén general, toda la información que está en esta base ha servido como Input real para la presente investigación, actualmente se maneja la misma base con algunas modificaciones que nos permite y facilita el control de aceros de perforación.

Como plan de mejora de dicha base, se ha implementado 3 hojas adicionales en el mismo libro Excel; en la primera hoja se está controlando y comparando con la base las salida de aceros de perforación con el winchado de almacén (una vez firmado los vales de orden de materiales a los bodegueros correspondientes, estos proceden a sacar los materiales de almacén), con la finalidad de tener la certeza de que los vales de orden de materiales de aceros firmados en Auditoría Técnica se hayan atendido de lo contrario se tendrá que borrar los vales de la base para que esto no se esté inflando al consumo de aceros, los datos de las salidas de materiales de almacén se está jalando mediante el programa Power Query los cuales se actualizan automáticamente, en la segunda hoja se es controlando los metros perforados de cada equipo, estos datos se obtienen de la base de digitación quienes llenan la información de acuerdo a los reportes de

los operadores, estos reportes digitación llenan a diario de acuerdo a la guardia que corresponde.

En estos reportes podemos encontrar la información como: fecha de perforación de cada equipo, número de taladros perforados (tanto de simbas, jumbos y Empernadores), Operador, labor, nivel y las observaciones que hace el propio Operado acerca de las dificultades que ha tenido durante la perforación, a todos los Operadores se les ha capacitado para que su reporte sea lo más claro posible y más aún acerca del uso de aceros de perforación.

En la tercera hoja está el resumen donde se hace el cruce de información de los aceros de perforación de cada equipo con la información de la base de digitación, en esta hoja se lleva el control de metros perforados de cada aceros de perforación por cada equipo con la vida útil de cada acero de perforación, siempre verificando en campo y es muy importante que cada bodeguero que saca los aceros de perforación para cada equipo tiene que ser exclusivamente para ese equipo y no puede mezclar los aceros dando a otros equipos, estoy ayudará a tener un control adecuado de los consumos de aceros de lo contrario se pierde el control.

Con todo lo mencionado se empieza el control de aceros de perforación.

Autoguardado CONTROL DE ACEROS ORIGINAL - TESIS - Excel (Producto sin licencia) Yimson Wuemberly Ortiz Brioso

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda Foxit PDF ¿Qué desea hacer? Comparti

Portapapeles Fuente Alineación Combinar y centrar Ajustar texto General Número Estilos Celdas Edición

Q1 BROCA RIMADORA 4"

	A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L
	AÑO	FECHA_MES	FECHA	BODEGUERO	EQUIPO	CODIGO	N° VALE	LABOR	ZONA 1	ZONA 2	NIVEL
22085	2018	Ago-18	10-Ago-18	AYALA CALIXTO JUAN	ROBOLT J20	M01011CZ20200	05643	GL 539	CUERPO MERY	INTERMEDIA	9B
22092	2018	Ago-18	11-Ago-18	MAYTA HUATUCO DELZON	SIMBA 1254 N° 11	M02021CZ2G512	020677	GL 461	CUERPO MERY	INTERMEDIA	8
22093	2018	Ago-18	11-Ago-18	RAU FLORES, Omar	AXERA DD311 J15	M01013CZ10200	08389	GL 915	CUERPO MERY	ALTA	900
22095	2018	Ago-18	12-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA DD311 J16	M01013CZ20300	019148	XC 616	CUERPO MERY	INTERMEDIA	6A
22096	2018	Ago-18	12-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA DD311 J16	M01013CZ20300	001080	GL 616	CUERPO MERY	INTERMEDIA	6A
22097	2018	Ago-18	12-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA J03	M01011CZ20200	019145	GL 612	CUERPO MERY	INTERMEDIA	5A
22098	2018	Ago-18	12-Ago-18	TORRES CHAHUAILLAC Teodoro	BOLTEC 235 J14	M01012CZ20300	019143	XC 562	CUERPO MERY	INTERMEDIA	5A
22106	2018	Ago-18	13-Ago-18	QUISPE MAMANI, Abraham	AXERA DD311 J17	M01012CZ20300	025005	RP 869	ESPERANZA	ESPERANZA	18
22107	2018	Ago-18	13-Ago-18	MAYTA HUATUCO DELZON	SIMBA 1254 N° 12	M01012CZ10200	032968	GL 875	CUERPO MERY	ALTA	3B
22108	2018	Ago-18	13-Ago-18	MAYTA HUATUCO DELZON	SIMBA 1254 N° 13	M01012CZ10200	032968	GL 875	CUERPO MERY	ALTA	3B
22109	2018	Ago-18	13-Ago-18	INGA DAMIAN ELMER	BOOMER 281 J4	M01013CZ30200	032318	XC 415	CUERPO MERY	BAJA	15
22111	2018	Ago-18	13-Ago-18	INGA DAMIAN ELMER	BOOMER S1D J09	M01013CZ30100	032320	RP 565	CUERPO MERY	BAJA	18
22112	2018	Ago-18	14-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	ROBOLT J20	M01013CZ20300	007206	XC 616	CUERPO MERY	INTERMEDIA	7
22113	2018	Ago-18	14-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA DD311 J16	M01011CZ20200	007201	GL 738	CUERPO MERY	INTERMEDIA	7
22114	2018	Ago-18	14-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA J03	M01013CZ20100	001081	RP 482	CUERPO MERY	INTERMEDIA	8
22115	2018	Ago-18	14-Ago-18	CAISAHUANA BASILIO Jesus	AXERA J03	M01013CZ20500	001083	BP 699	CUERPO MERY	INTERMEDIA	8A
22116	2018	Ago-18	13-Ago-18	MAYTA HUATUCO DELZON	SIMBA 1254 N° 10	M01021CZ23G512	040669	GL 420	CUERPO MERY	BAJA	14

Tabla N° 4.1.15.1. Cuadro en Excel de la base de aceros de perforación

1	BROCA RIMADORA 4"	BROCA RIMADORA 5"	BROCA 51mm.	BROCA R28 38mm SOSTENIMIENTO	BROCA DE 45mm	BARRA DE 9'	BARRA DE 12'	BARRA DE 14'	BARRA PILOTO 3'	BARRA PILOTO 6'	BARRAS T38x4'	BARRAS T38x5'	BARRA TUN R28 8' SOSTENIMIENTO	BARRA RETRACTIL 3"	BROCA RETRACTIL 3.0
22085														2	
22092		1													
22093															
22095			8												
22096	1														
22097	1														
22098			8												
22106			8												
22107				4										1	
22108	1		8					1							
22109			8					1							
22111	1		8					1							
22112				6											
22113				6											
22114			8												
22115	2														
22116												18			

Tabla N° 4.1.15.2. Cuadro en Excel de la base de aceros de perforación

1	BARRA RETRACTIL DE 5'	BROCA STRAIGTRAC 64MM	BROCA SERIE 10.	CUPLIN MIXTO T38XR38 FRENTONEROS	COUPLING T38 AR R32 SOSTENIMIENTO	ADAPTADOR DE PERNO	SHANK ADAPTER FRONTONEROS	SHANK MIXTO	SHANK CORTO T38	SHANK ADAPTER SIMBAS Y EMPERNADO	SHANK ADAPTER T38 X 525 mm.	SHANK SIN CULATIN	TUBO TAC T38 RD56 5"	BARRA MFT38XY	BARRA 5' BO
22085															
22092															
22093															
22095															
22096															
22097															
22098															
22106															
22107						1					1				
22108					1				1						
22109															
22111															
22112															
22113															
22114															
22115															
22116															

Tabla N° 4.1.15.3. Cuadro en Excel de la base de aceros de perforación

4.1.16. Reporte de Operadores de equipos de perforación

Los reportes de los operados son muy importantes ya que la información que hay en ello nos va a servir como Input para poder controlar los aceros de perforación, en los reportes se encuentran el equipo, número de taladros, longitud de taladros y las observaciones que hace el mismo operador, es muy importante que los reportes estén bien llenados para ellos se hizo capacitaciones.

Estos reportes lo traen a diario y digitación se encarga de procesar la información que hay en ello los cuales nos van a servir como Input para hacer el cruce de los metros perforados, fecha y vida útil de los aceros y de esto va a depender del cambio de aceros de acuerdo con su vida útil, no se va a dar aceros a ningún bodeguero si los aceros no cumplen su vida útil.

En los reportes también deben indicar el operador como observaciones otras dificultades que se tiene a la hora de perforar, si se está perforando en terreno con falla, estado del equipo en cuanto a sus presiones y otras observaciones los cuales nos van a servir para poder identificar el problema y darle solución, se va hacer un seguimiento a todos los reportes que nos brindan Operaciones para contrastar la información que hay en ella con campo, lo que no se hacía anteriormente, muchas veces se encontró que no reportan los número de taladros completos y entras ocasiones se encontró que la longitud de perforación no es real los cual infla a la información y lo distorsiona.



INFORME DIARIO DE OPERACIÓN MINA
JUMBO FRONTONERO

Nº 003557

Empresa:	G M I			Horometro Diesel (I):	317-3
Fecha:	Día: 22	Mes: 9	Año: 18	Horometro Diesel (F):	318-3
Guardia:	D10	Zona:	D L T A	Horometro Percusión (I):	1467-9
Jumbo:	J. 3			Horometro Percusión (F):	1470-8
Operador:	Luis Garcia Macha				
DNI - Operador:	10874387				
Ingeniero a cargo:	—				

ITEMS	Horas de trabajo		Presión		Taladro	Rimado	Log. Tald.	Labor	Nv.	ITEMS DE OPERACIÓN EQUIPO
	Hr. Inicial	Hr. Final	Avance	Percusión	Perf.	Perf.	(Pies)			
201	8:00	8:30								
202	8:30	9:00								
203	9:00	9:20								
211	9:20	9:30								
214	9:30	9:40								
269	9:40	10:00								
105	10:00	10:40	70	175	8	-	13	6L956	4	
220	10:40	2:50								
105	2:50	4:00	70	175	10	3R	13	6L956	4	
222	4:00	4:10								
269	4:10	4:30								
279	4:30	4:40								
105	4:40	7:10	70	175	33	3R	13	xc900	4	
222	7:10	7:20								
211	7:20	7:30								
205	7:30	8:00								

Observación: se rompió barra x problema de la garraxilla de barrido de la maquina que no lo cambian

Operador	Ing. A Cargo	VºBº Productividad (Cia.)
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

- Actividad Operativa:**
- 102 Perforación
 - 103 Perforación en desquebrante
 - 107 Perforación de sostenimiento
 - 108 Perforación de Tald. Servicio
 - 129 Instalación de pernos helicoidales, split set, hidráulico
- Demora Operativa:**
- 201 Reparación de guarnición
 - 202 Tratado de personal Int. Mina
 - 203 Chequeo de equipo
 - 204 Refregado / Amarrado
 - 205 Salida Personal
 - 206 Capacitación toda la guardia
 - 207 Charra y/o capacitación Int. Mina
 - 208 Operador apoya otros trabajos
 - 209 Equipo parado por falta operador
 - 210 Abastecimiento de combustible
 - 211 Traslado de equipo de labor a labor
 - 212 Falta de empacamento
 - 213 Falta de ventilación
 - 214 Parado por disparo y/o tiro cortado
 - 215 Parado por falta de pasatráfico en la vía
 - 216 Alta presión de agua p/forar
 - 217 Baja presión de agua
 - 218 Baja presión de aire
 - 219 Accidente equipo
 - 220 Rotura/cambio de barra
 - 221 Rotura y cambio de shank
 - 222 Desinstalación del equipo p/realizarse a otra labor
 - 223 Parada de seguridad (trabaja accidentes ocurridos)
 - 224 Instalación de agua/energía/aire
 - 225 Equipo en stand by
 - 227 Desatado de labor
 - 228 Muestreo en labor
 - 229 Arroyo en el cargado de frente
 - 231 Demora por topografos (marcado de malia)
 - 232 Parado por falta de arena
 - 234 Estancamiento y/o orden y limpieza de labor
 - 237 Traslado de labor a comedor
 - 238 Traslado de comedor a labor
 - 253 Falta de energía en la labor o zona
 - 254 No hay energía en la unidad minera
 - 255 Equipo parado por falta de aire p/forar
 - 256 Equipo parado por falta de agua p/forar
 - 257 Parado por falta de instalación eléctrica - labor
 - 258 Parado por falta de accesorios de perforación
 - 259 Barra de perforación atascado en el taladro
 - 262 Cambio de llantas por accidente
 - 263 Eliminación de filo cortado, no iniciado/congelado
 - 264 No hay movilidad para ingreso a mina
 - 269 Instalación de equipo y preparación de labor
 - 274 Llenado de las herramientas de gestión
 - 275 Limpieza del equipo al término de guardia
 - 277 Parado por rotura y/o cambio de adaptador al perno
 - 284 Inspección de labor
 - 285 Parado por falta de combustible
- Demoras No Operativas:**
- 301 Falta mecánica
 - 302 Cambio de llanta por desgaste
 - 303 Mantenimiento programado
 - 304 Acondicionamiento de equipo
 - 305 Falta eléctrica del equipo
 - 306 Circuitos electrónicos en mal estado
 - 307 Mantenimiento preventivo
 - 308 Mantenimiento cotidiano
 - 309 Sobrecalentamiento del equipo
 - 311 Trabajos mecanico/eléctrico
 - 315 Traslado de equipo de labor a taller (problemas)
 - 316 Traslado de equipo de labor a labor
 - 318 Parado por falta de engrasa al equipo
 - 319 Rotura y/o cambio de manguera
 - 320 Perforadora en mal estado/inoperativa
 - 321 Inoperativo por falta de repuestos
 - 322 Inoperativo por aceite contaminado en el equipo
 - 323 Inoperativo por encorsete el combustible con agua
 - 324 Parado por falta de aceite hidráulico
 - 325 Problemas de alineamiento de la perforadora
 - 326 Problemas con el centralizador
 - 327 Problemas con la unidad de giro
 - 328 Inoperativo por fuga de aceite
 - 329 Problemas con los chupones eléctricos
 - 337 Inoperativo por fuga de aceite hidráulico

Fotografía N° 4.1.16.1. Reporte del operador

4.1.17. Cuadro histórico de consumo de aceros

A través de la base de consumo de aceros que manejaba Compañía Minera Casapalca donde anteriormente se registraban todos los consumos de aceros tanto de convencional y mecanizado, se sacó información histórica desde el año 2014 donde se podrá observar en los cuadros el consumo real de acuerdo a la cantidad de equipo por mes, por año, promedio por mes y su valorización, de acuerdo al tipo de acero que ha usado, esta información es de suma importancia ya que con ello podremos comparar el consumo de aceros con el proyecto puesto en marcha, mediante estos cuadros de consumo de aceros se podrá saber el costo de consumo de aceros por mes y por año y hacer un análisis de costos en beneficio de la Empresa, para ello se le ha proporcionado el precio en dólares a cada acero esto acorde a los precios en mercado, los resultados obtenidos han sido muy importantes para la toma de decisiones en cuanto al control de aceros de perforación, la información que se sacó de esta base es para todos los equipos siendo como población y también para un solo equipo siendo la muestra, se sacó para un solo equipo por motivo que algunos datos alteraban la información de promedios de consumos, porque había en algunos meses en que algún equipo sólo trabajaba unos cuantos días y luego paraban por falla mecánica o algún otro problema lo cual su consumo era menor ya que el equipo no trabajaba y esto hacia aparentar que el consumo para dicho equipo era menor.

A. Aceros frontoneros (GAL, XC, BP, RP, VENT, CAM Y S/N)

En el cuadro se presenta el histórico del consumo de aceros de perforación de jumbos frontoneros.

AÑO	MES	N° DE EQUIPOS	BARRA DE 14'	CUPLING MIXTO T38XR38	SHANK ADAPTER	BROCA 51mm.	BROCA RIMADORA 4"	VALORIZACION (US\$)
2014	ene	5	34	22	21	245	34	68,023
	feb	5	34	21	22	244	30	67,714
	mar	6	30	20	20	230	32	63,155
	abr	5	32	22	22	250	29	68,129
	may	5	31	20	23	251	32	68,206
	jun	5	30	19	21	225	29	62,119
	jul	5	33	23	23	247	31	68,265
	ago	6	26	20	20	248	28	64,946
	sep	5	28	18	20	239	29	63,890
	oct	5	24	16	17	180	24	49,819
	nov	5	26	15	16	175	24	49,363
	dic	6	27	20	19	221	28	59,828
TOTAL 2014			355	236	244	2,755	350	753,455
PROM. MENSUAL 2014			5	30	20	230	29	62,788
2015	ene	6	29	16	17	205	29	56,936
	feb	6	26	19	20	210	26	57,291
	mar	6	28	20	21	205	30	57,532
	abr	6	29	20	20	209	27	58,340
	may	6	30	17	18	210	26	58,348
	jun	6	30	19	19	213	26	59,218
	jul	6	34	23	22	259	30	70,769
	ago	7	34	23	24	274	32	74,201
	sep	6	27	20	19	211	26	57,738
	oct	6	32	22	23	255	29	69,292
	nov	7	33	24	23	241	33	67,253
	dic	6	34	23	24	257	31	70,792
TOTAL 2015			366	246	250	2,749	345	757,711
PROM. MENSUAL 2015			6	31	21	229	29	63,143
2016	ene	6	33	24	25	249	29	68,946
	feb	6	29	22	26	251	30	67,964
	mar	6	34	23	25	222	29	63,957
	abr	6	28	25	20	200	26	56,379
	may	6	29	23	21	207	27	58,275
	jun	7	33	24	24	260	31	71,054
	jul	6	34	23	23	243	29	67,736
	ago	7	33	26	20	207	32	60,061
	sep	6	28	23	20	201	27	56,535
	oct	6	27	20	19	210	25	57,481
	nov	7	33	22	22	252	39	69,501
	dic	6	30	20	20	211	26	59,053
TOTAL 2016			371	275	265	2,713	350	756,942
PROM. MENSUAL 2016			6	31	23	226	29	63,078
2017	ene	6	26	20	19	244	26	63,859
	feb	7	34	24	23	250	31	69,285
	mar	6	33	25	25	302	34	79,736
	abr	7	32	23	24	247	32	68,125
	may	6	28	20	20	230	31	62,338
	jun	7	34	22	25	256	33	70,844
	jul	6	33	24	26	257	32	70,881
	ago	7	35	23	25	253	35	70,802
	sep	6	33	25	23	250	31	68,956
	oct	6	32	26	25	261	30	71,091
	nov	6	34	25	25	265	34	72,826
	dic	6	31	25	25	210	32	60,737
TOTAL 2017			385	282	285	3,025	381	829,479
PROM. MENSUAL 2017			6	32	24	252	32	69,123

B. Aceros de sostenimiento (GAL, XC, BP, RP, VENT, CAM Y S/N)

Histórico del consumo de aceros de jumbos empernadores.

AÑO	MES	N° DE EQUIPOS	BARRA TUN R28 8'	SHANK ADAPTER	COUPLING T38 AR R32	BROCA R28 38mm	VALORIZACION (US\$)
2014	ene	1	5	4	4	35	3,587
	feb	1	4	5	5	36	3,685
	mar	1	6	5	4	36	4,019
	abr	1	4	5	4	30	3,350
	may	1	5	4	5	24	3,132
	jun	1	5	5	5	31	3,647
	jul	1	4	6	5	33	3,735
	ago	1	5	5	5	31	3,647
	sep	1	4	4	6	29	3,225
	oct	1	4	4	5	30	3,216
	nov	1	5	5	6	32	3,750
	dic	1	4	5	4	30	3,350
TOTAL 2014			55	57	58	377	42,343
PROM. MENSUAL 2014		1	5	5	5	31	3,529
2015	ene	1	4	5	5	32	3,499
	feb	1	5	4	4	30	3,355
	mar	1	5	4	4	34	3,541
	abr	1	4	3	3	33	3,053
	may	1	4	5	5	30	3,406
	jun	1	5	5	3	31	3,535
	jul	1	4	4	4	31	3,206
	ago	1	5	4	4	35	3,587
	sep	1	4	5	3	34	3,480
	oct	1	4	4	3	33	3,243
	nov	1	5	4	3	38	3,671
	dic	1	5	5	5	40	4,066
TOTAL 2015			54	52	46	401	41,641
PROM. MENSUAL 2015		1	5	4	4	33	3,470
2016	ene	1	4	5	3	36	3,573
	feb	1	4	5	4	29	3,303
	mar	1	5	5	5	37	3,926
	abr	1	4	4	5	38	3,588
	may	1	4	3	3	35	3,146
	jun	1	4	5	5	34	3,592
	jul	1	4	4	4	39	3,578
	ago	1	5	3	3	34	3,295
	sep	1	4	7	7	35	4,131
	oct	1	4	4	4	37	3,485
	nov	1	4	5	5	42	3,964
	dic	1	5	4	4	40	3,820
TOTAL 2016			51	54	52	436	43,401
PROM. MENSUAL 2016		1	4	5	4	36	3,617
2017	ene	1	5	4	5	38	3,783
	feb	1	6	5	4	34	3,926
	mar	1	5	4	3	36	3,578
	abr	1	5	5	4	33	3,684
	may	1	4	6	5	36	3,875
	jun	1	6	5	5	34	3,982
	jul	1	6	6	5	37	4,311
	ago						-
	sep						-
	oct						-
	nov						-
	dic						-
TOTAL 2017			37	35	31	248	27,138
PROM. MENSUAL 2017		1	5	5	4	35	3,877

C. Aceros para taladros largos

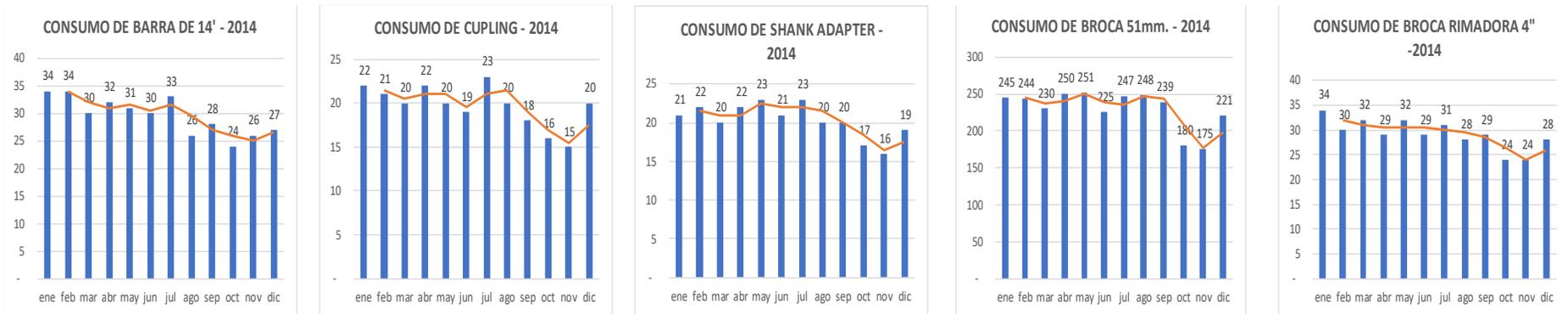
Cuadro histórico del consumo de aceros de perforación de simbas.

AÑO	MES	N° DE EQUIPOS	BARRAS T38x5'	SHANK ADAPTER	BROCA T38 64 mm	BROCA RIMADORA 5"	VALORIZACION (US\$)
2014	ene	4	93	15	125	5	44,709
	feb	4	102	12	130	5	47,095
	mar	4	105	16	135		47,904
	abr	4	99	15	124	3	45,584
	may	4	120	13	129	3	51,314
	jun	4	105	15	133	4	48,585
	jul	4	90	12	127	3	43,003
	ago	4	144	14	132		57,328
	sep	4	90	15	138	3	45,010
	oct	4	126	16	132	2	53,589
	nov	4	90	15	126	4	43,767
	dic	3	72	11	129		37,490
TOTAL 2014			1,236	169	1,560	32	565,378
PROM. MENSUAL 2014		4	103	14	130	4	47,115
2015	ene	4	131	15	132		54,127
	feb	4	126	13	127	3	52,630
	mar	3	72	12	128	2	38,134
	abr	4	98	14	122	2	44,581
	may	4	96	15	125	4	45,210
	jun	4	120	16	126	5	52,107
	jul	3	109	16	99	3	45,223
	ago	4	108	10	126		46,331
	sep	4	118	14	131	4	51,531
	oct	4	99	12	129	4	45,898
	nov	4	123	14	130	5	52,997
	dic	4	97	14	132		45,024
TOTAL 2015			1,297	165	1,507	32	573,794
PROM. MENSUAL 2015		4	108	14	126	4	47,816
2016	ene	4	99	15	119		44,095
	feb	4	108	16	124	4	48,427
	mar	4	103	16	126	4	47,372
	abr	4	129	16	130	3	54,404
	may	4	90	14	128	4	43,819
	jun	3	90	11	99		38,385
	jul	3	79	15	135	3	41,748
	ago	4	97	15	129	4	45,981
	sep	4	135	16	130	4	56,259
	oct	4	114	14	122	3	49,054
	nov	3	85	13	139	4	43,708
	dic	3	89	15	94		38,296
TOTAL 2016			1,218	176	1,475	33	551,548
PROM. MENSUAL 2016		4	102	15	123	4	45,962
2017	ene	4	145	17	137	4	59,970
	feb	4	139	12	133		55,742
	mar	4	108	15	140	2	49,692
	abr	4	161	16	130	4	63,066
	may	4	126	12	148	4	55,385
	jun	3	90	12	142	3	44,912
	jul	4	110	16	150		51,122
	ago	4	122	15	135	4	53,290
	sep	4	132	15	142		55,662
	oct	4	125	16	151	5	56,598
	nov	4	133	14	139	4	56,476
	dic	4	119	14	134	4	52,175
TOTAL 2017			1,510	174	1,681	34	654,089
PROM. MENSUAL 2017		4	126	15	140	4	54,507

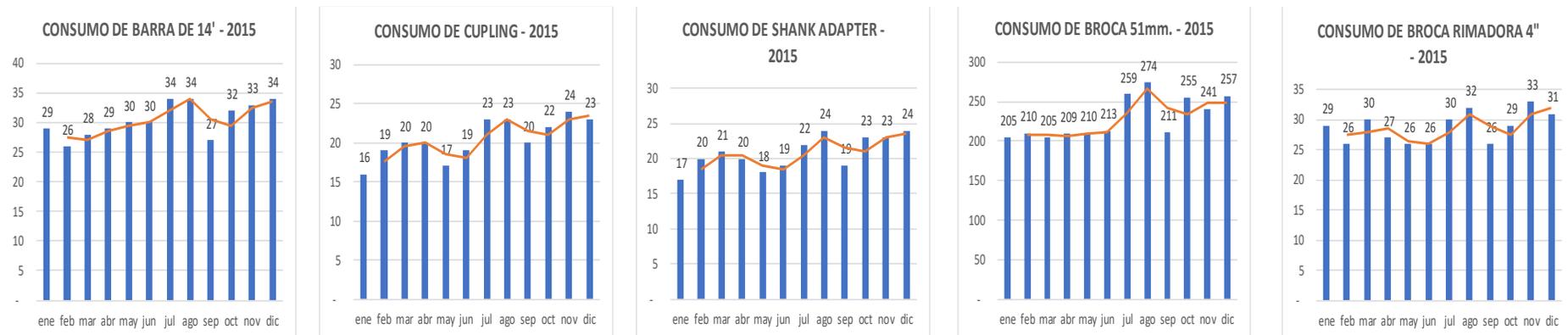
4.1.18. Gráficos de tendencia en consumo de aceros por mes y año

A. Consumo de aceros frontoneros

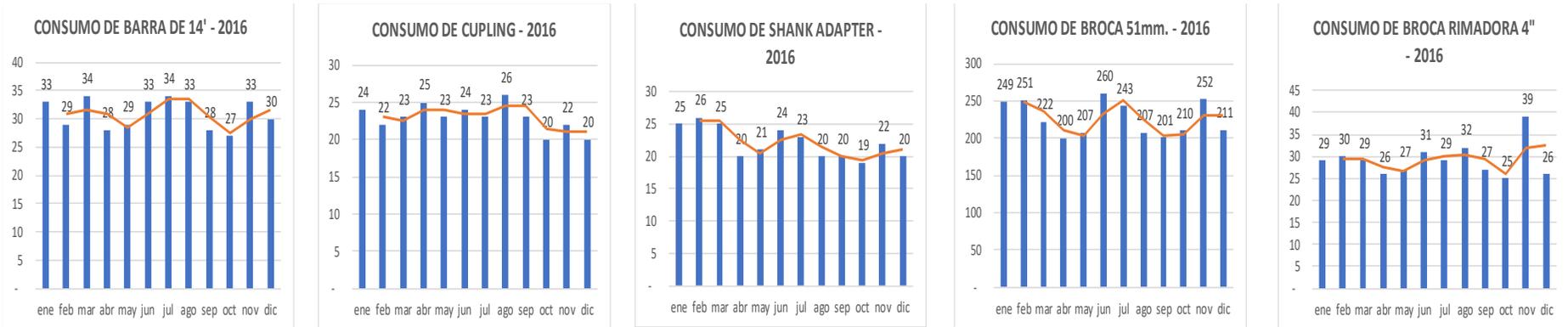
Consumo de aceros de 5 jumbos frontoneros – año 2014.



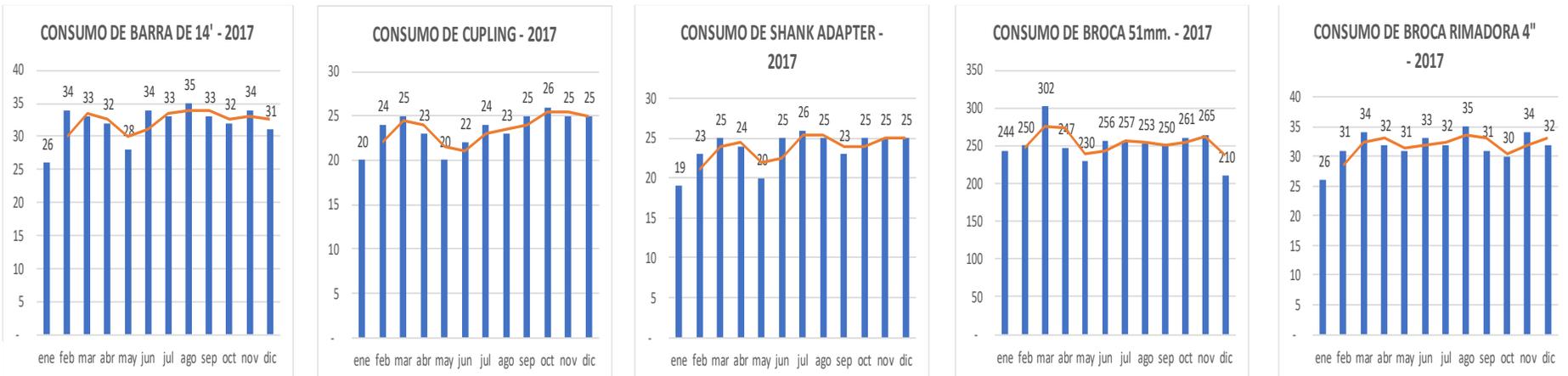
Consumo de aceros de 6 jumbos frontoneros – año 2015.



Consumo de aceros de 6 jumbos frontoneros – año 2016.

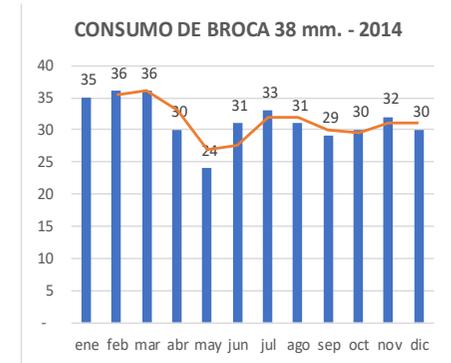
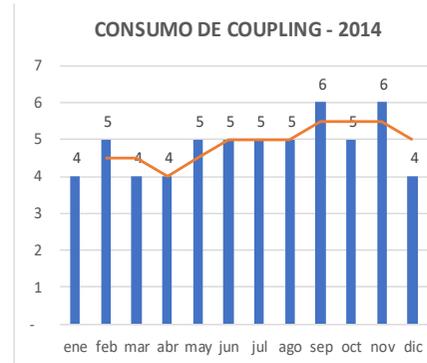
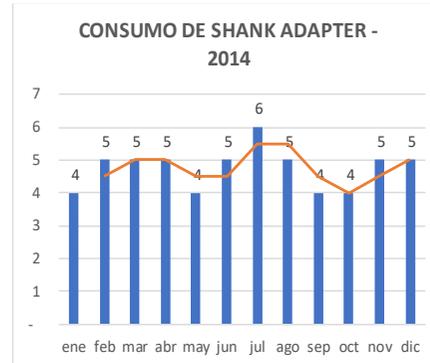
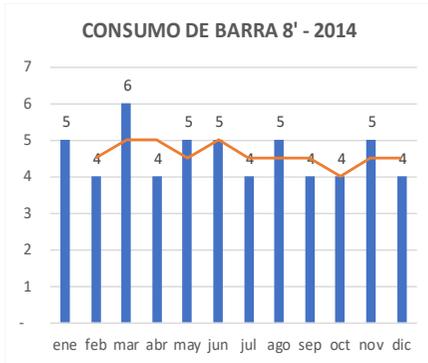


Consumo de aceros de 6 jumbos frontoneros – año 2017.

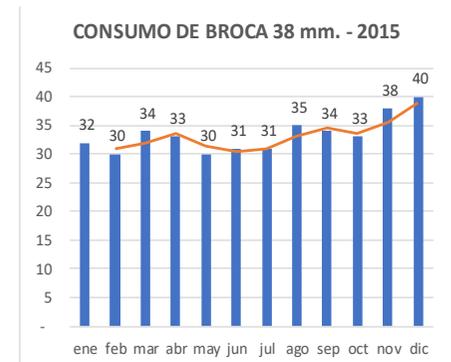
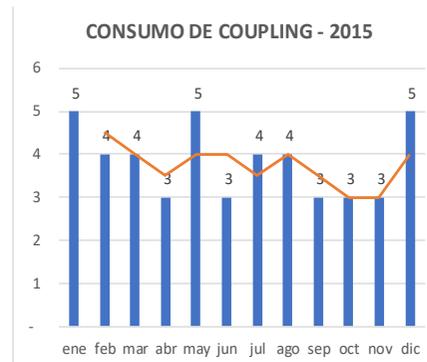
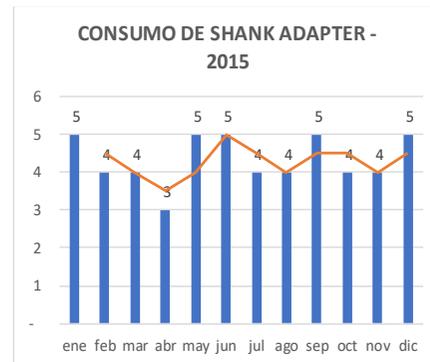
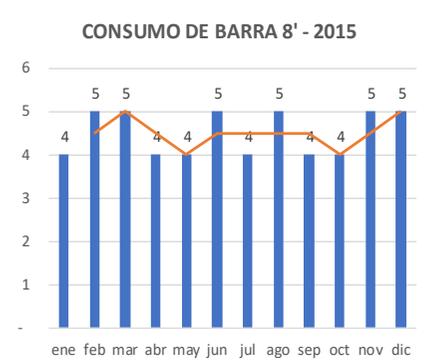


B. Consumo de aceros para sostenimiento

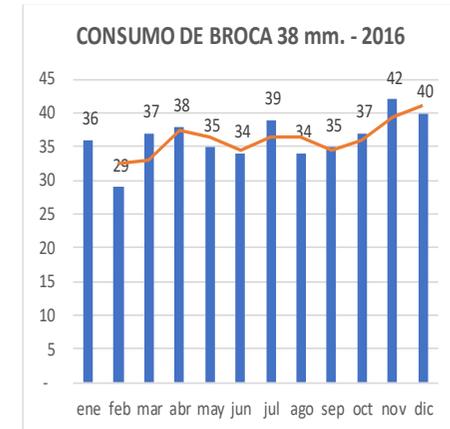
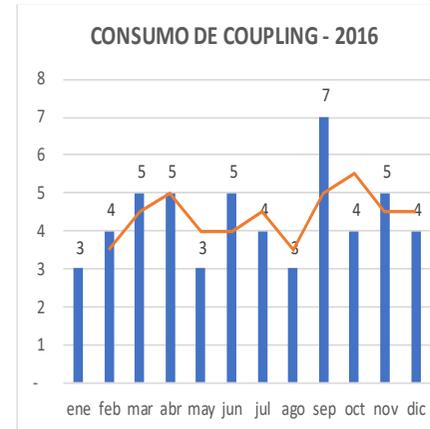
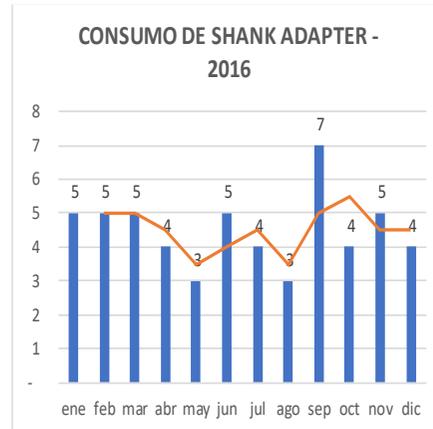
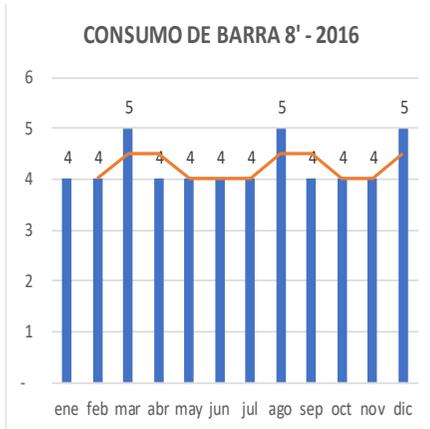
Consumo de aceros de 1 jumbo emperrador – año 2014.



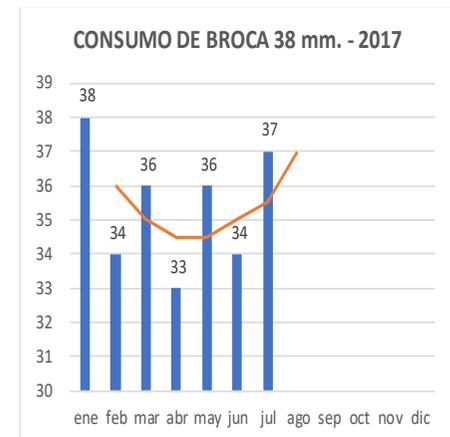
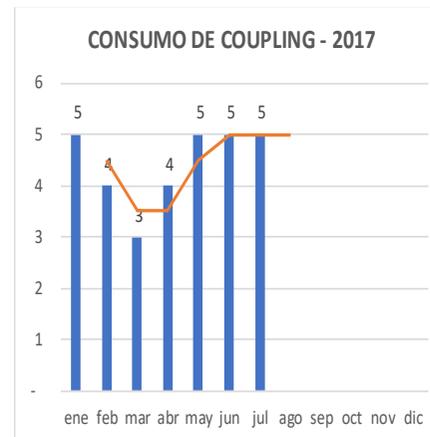
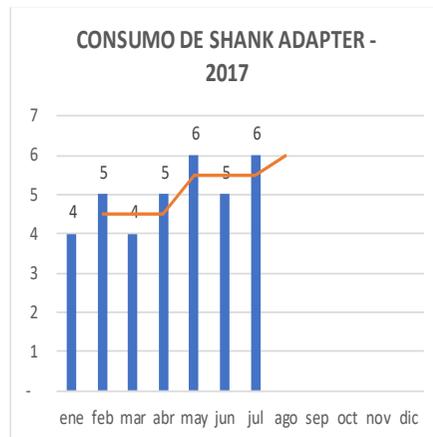
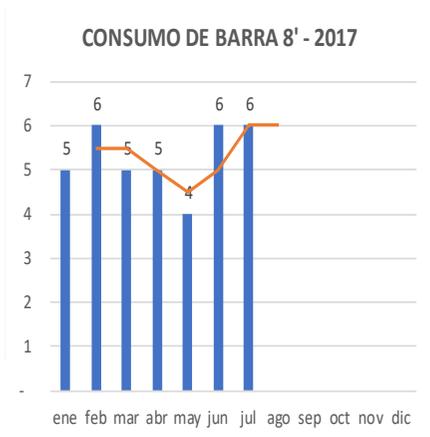
Consumo de aceros de 1 jumbo emperrador – año 2015.



Consumo de aceros de 1 jumbo emperrador – año 2016.

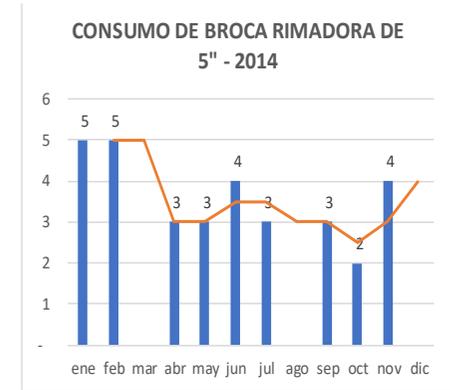
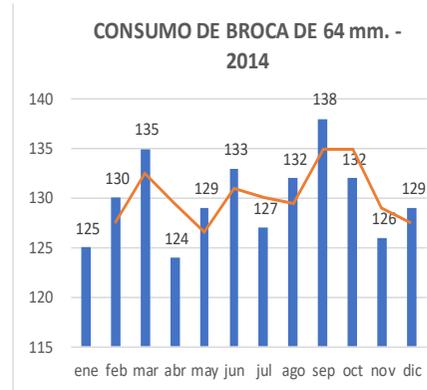
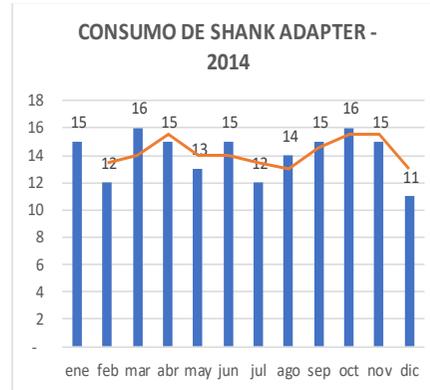
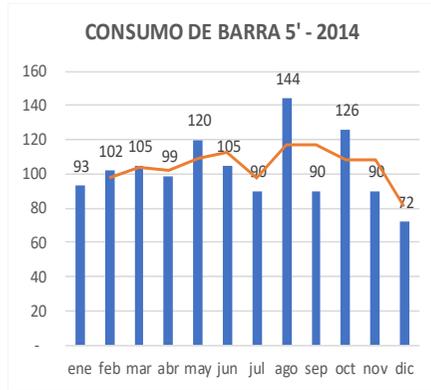


Consumo de aceros de 1 jumbos emperrador – año 2017.

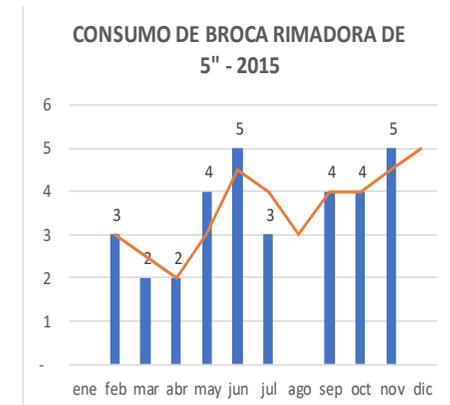
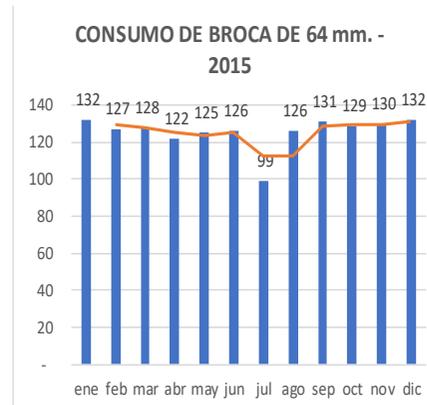
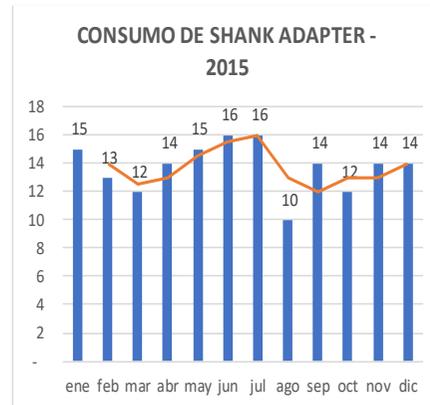
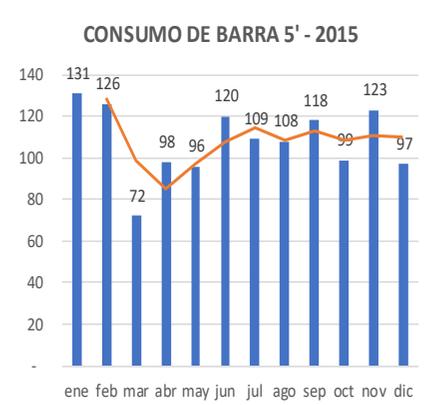


D. Consumo de aceros para taladros largos

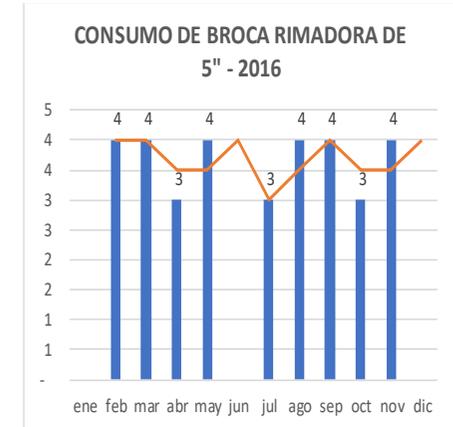
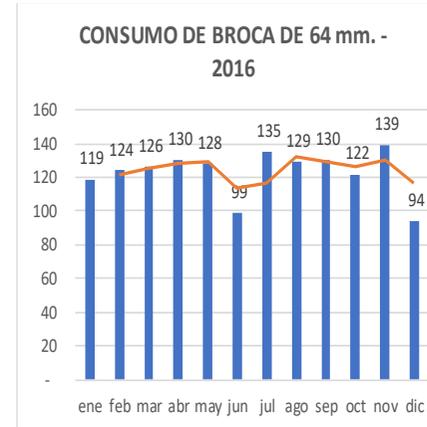
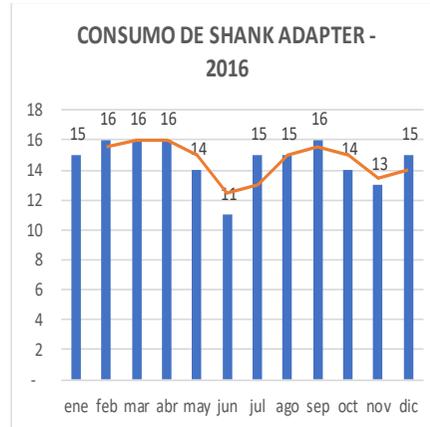
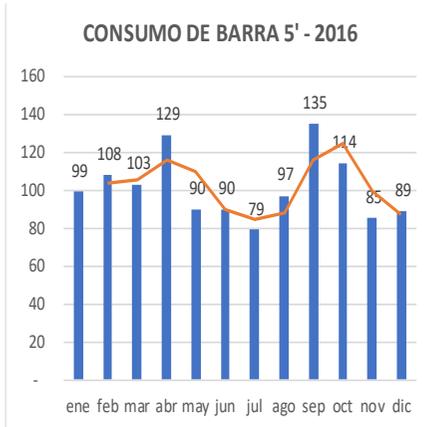
Consumo de aceros de 4 simbas – año 2014.



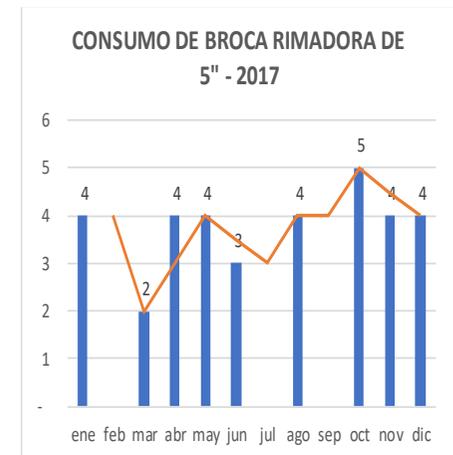
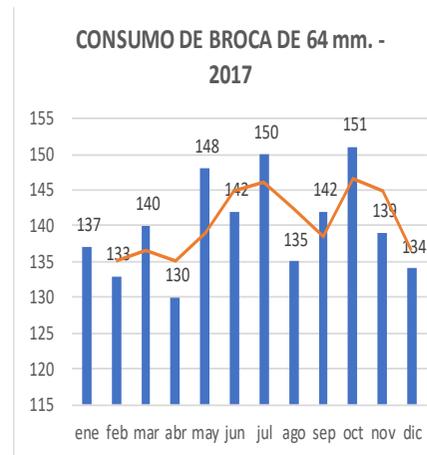
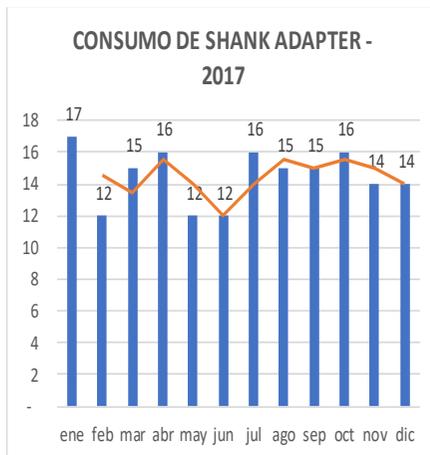
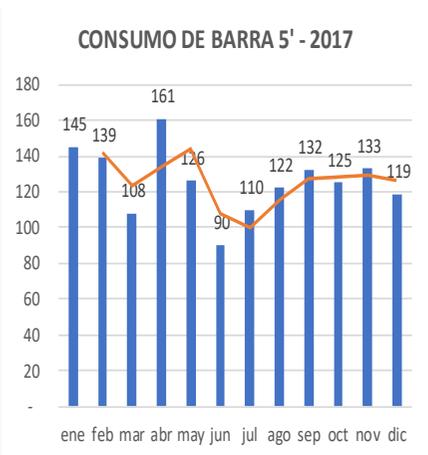
Consumo de aceros de 4 simbas – año 2015.



Consumo de aceros de 4 simbas – año 2016.



Consumo de aceros de 4 simbas – año 2017.



4.1.19. Cuadro de resumen de promedio mensual consumo de aceros

En el presente cuadro se muestra el promedio mensual de consumo de aceros de perforación desde el 2014 al 2017 con sus respectivas valorizaciones en dólares.

A. Promedio mensual de aceros frontoneros

PROMEDIO MENSUAL	BARRA DE 14'	CUPLING MIXTO T38XR38	SHANK ADAPTER	BROCA 51mm.	BROCA RIMADORA 4"	VALORIZACION (US\$.)
2014 - 5 EQUIPOS	30	20	20	230	29	62,788
2015 - 6 EQUIPOS	31	21	21	229	29	63,143
2016 - 6 EQUIPOS	31	23	22	226	29	63,078
2017 - 6 EQUIPOS	32	24	24	252	32	69,123

4.1.20. Formato de control diario de aceros de perforación

Se ha implementado un formato de control diario de aceros que se ha entregado a los afiladores de brocas y los bodegueros, en este formato se deberá de reportar diariamente cuantas brocas afiladas, nuevas y usadas se les está entregando a cada operador y al final de guardia los operadores de cada equipo deberán entregar los aceros proporcionados al inicio de guardia, para esto el operador y el que entrega las brocas deberán de firmar dichos formatos, si hay alguna observación por parte del operador o el que entrega deberán ser anotados y comunicarnos de inmediato, esto control nos ayudará a que los aceros; en su mayoría las brocas, no se mezclen con los demás brocas de otros equipos y se podrá llevar un mejor control de la vida de dichos aceros, ya que anteriormente los mismos bodegueros entregaban los aceros y ellos terminaban mezclando lo cual no permitía

determina con exactitud a que equipo correspondía cada acero y se perdía el control.

Junto con este control se implementado 2 afiladores en superficie que sólo se van a dedicar a afilar las brocas de los equipos, 1 para cada turno; anteriormente el propio bodeguero era quien afilaba en interior mina y también el mismo entregaba las brocas los cual no se podía llevar un control adecuado, en la actualidad el bodeguero es el que gestiona y saca las brocas del almacén y luego se las entrega a los afiladores mencionándoles para que equipo son.

CONTROL DIARIO DE ACEROS DE PERFORACION - TALADROS LARGOS - CIA MINERA CASAPALCA									
FECHA		GUARDIA		ENCARGADO					
02 / 05 / 2018		Noche		Mytha huatuco, Nelson					
EQUIPO	DESCRIPCION	ENTREGA			FIRMA OP.	DEVOLUCION			OBSERVACION
		NUEVA	AFILADO	USADO		NUEVA	AFILADO	USADO	
J-1	BROCA DE 64mm	8	2		Toro	2		8	Se necesita cambiar barrenos nuevos
	BROCA DE 76 mm								
	BROCA RIMADORA 127 mm								
	BARRA DE 5 pies								
	TUBOTAC DE 5 pies								
J-10	SHANK ADAPTER				Gonzalez Gaspar			8	Se necesita tubo casing se esta perforando tal negativo
	BROCA DE 64mm	8	2					2	
	BROCA DE 76 mm								
	BROCA RIMADORA 127 mm								
	BARRA DE 5 pies	18							
J-11	TUBOTAC DE 5 pies	1			Duenas			8	Termino con mucha falla
	SHANK ADAPTER							2	
	BROCA DE 64mm	8	2				1	1	
	BROCA DE 76 mm	2							
	BROCA RIMADORA 127 mm								
J-12	BARRA DE 5 pies				Rojas			8	
	TUBOTAC DE 5 pies							2	
	SHANK ADAPTER							1	
	BROCA DE 64mm	8	2						
	BROCA DE 76 mm								
J-13	BROCA RIMADORA 127 mm		1		Tapari			8	Shank duro ta do necesita cambio
	BARRA DE 5 pies							1	
	TUBOTAC DE 5 pies								
	SHANK ADAPTER							8	
	BROCA DE 64mm	6	2					1	
J-18	BROCA DE 76 mm		1		Arogo				
	BROCA RIMADORA 127 mm								
	BARRA DE 5 pies								
	TUBOTAC DE 5 pies	1							
	SHANK ADAPTER	8	2					7	
J-19	BROCA DE 64mm				Cebal				Se necesita tubo toc para VCR
	BROCA DE 76 mm								
	BROCA RIMADORA 127 mm								
	BARRA DE 5 pies	18							
	TUBOTAC DE 5 pies	1							
SHANK ADAPTER									
	BROCA DE 64mm								
	BROCA DE 76 mm								
	BROCA RIMADORA 127 mm								
	BARRA DE 5 pies								
	TUBOTAC DE 5 pies								
	SHANK ADAPTER								

Fotografía N° 4.1.20.1. Formato de control diario de acero

4.1.21. Descarte de brocas de perforación

Los distintos aceros de perforación deberán tener un mínimo de desgaste lo cual no debe sobrepasar los desgastes mínimos ya que esto perjudicaría a la columna y a la perforadora del equipo, se encontrado muchas veces que se están perforando con brocas demasiados chupados o las barras mezclas nuevas con viejas, esto genera mayor consumo de energía para perforar dañando a los otros componentes los cuales no van a llegar a cumplir su vida útil y se van a romper o rajar aun cuando no tengan mucho uso, para el caso de los shank y coupling se van a astillar los hilos y van a tener un desgaste prematuro, por todo ello se hizo un seguimiento a los aceros para poder descartar a un cierto tiempo de uso de acuerdo a las medidas de cada acero, para llegar a las conclusiones de este seguimiento y dar un dato de descarte se hizo conjuntamente con uno de los técnicos de equipos que la empresa tiene llegando a las siguientes conclusiones:

A. Aceros de taladros largos

- Descarte de brocas de 64 mm., será de 61 mm.
- La altura mínima de Botones será 3 mm. por encima de la base de la Broca, caso contrario la broca será descartada.
- Se implementará una amoladora para el devastado de brocas, mientras no se traen la Amoladora; las brocas con menor de 3 mm. de altura no usaran.
- El devastado de Brocas con la Amoladora debe ser como máximo de 3 mm. desde la base de la Broca y se debe abrir un canal en los laterales de la Broca para que tenga un mejor barrido de detritus, ya que la broca devastada va a perder altura.

B. Aceros de Jumbos frontoneros

- Las brocas de 51 mm. Serán descartadas a los 47.5 mm.
- La altura mínima de los botones será de 3 mm.
- Al igual que las brocas de taladros largos serán devastadas.

C. Aceros de sostenimiento

- Las brocas de 38 mm. Serán descartadas cuando estas llegan a los 35 mm.
- Estas brocas no serán devastadas por ser pequeñas.

4.1.22. Control rutinario de mantenimiento mecánico de los equipos

Se conversó con la Superintendencia de mina y se dio la orden al área de mantenimiento mecánico que los mecánicos encargados de cada equipo entren a mina 1 hora antes que el personal, anteriormente entraban juntamente con el personal de operaciones; entrando 1 hora antes van a tener tiempo de verificar los equipos y no interrumpir cuando estos estén trabajando, en esa hora que ellos entran deberán engrasar la perforadora, alineamiento de la perforadora, unidad de giro, holder de la perforadora, sistema anti atascos, pernos de la mesa, verificar las presiones de cada equipo que es muy importante a la hora de perforar y dejar cada presión en sus parámetros correspondientes, dentro de las presiones se tiene:

A. Presión de rotación

Viene a ser las revoluciones que se realiza en la columna de perforación por un determinado tiempo (minuto), esta presión puede ser regulada

acorde con el diámetro de la broca en uso y de la repetición de impacto que genera la perforadora (percusión), teniendo en cuenta el tipo y calidad de roca que se trabaja (abrasidad, fractura, dureza, etc.).

En la elección de una velocidad de rotación pueden intervenir muchos factores. Estos factores son:

- Velocidad de penetración.
- Diámetro de la broca.
- Profundidad del agujero.
- Vibración.

Las revoluciones de la perforadora (por minuto) se miden con un tacómetro. Las RPM demasiado altas harán que la broca se pula. Las RPM demasiado bajas harán que la broca se desgaste prematuramente.

B. Presión de percusión

Es la energía o potencia de impacto (golpes/minuto) originada dentro de la perforadora, esta energía es emitida hacia toda la columna de perforación que está integrada por todos los elementos de perforación a través de las uniones roscadas, finalmente concentrando toda esa energía en carburo cementado de las brocas (los insertos) para luego triturar el macizo rocoso, en el emboquillado, la presión de percusión debe ser hasta 130 bares porque se corre el riesgo de percutar en vacío y cuando este suceda los componentes de la columna de acero como el shank adapter, Coupling y las roscas se astillas generando rompimiento del acero como también el desprendimiento de los insertos de la broca, una vez que ya se ha empezado la perforación en el

taladro, la presión de percusión debe ser regulada entre los 150 a 180 bares.

C. Presión de avance

Se da cuando el brazo y la viga del equipo (columna) a través de las mangueras hidráulicas empuja a la barra que se encuentra entre los centralizadores, lo empuja contra el macizo rocoso generando presión entre ambas partes, cuando se está emboquillando la presión de avance debe ser hasta 40 bares porque si se aplica más presión genera flexamiento y la barra o el Shank adapter se puede romper, ya cuando se ha iniciado la perforación, la presión de avance debe ser regulada entre los 50 a 80 bares de acuerdo al tipo y calidad de roca, una fuerza de avance insuficiente genera una pérdida de energía de la columna de perforación percutando en vacío, si se aplica mucha presión genera torsión y a la vez rotura de las barras y atascamiento de la columna.

D. Presión de barrido

Para evacuar detritus, esta presión debe ser 10 bares como mínimo, si la presión disminuye la bomba Buster se apaga automáticamente.

E. Presión de aire

La presión de aire sirve para la evacuación de los detritus de los taladros, la presión de aire se aplica juntamente con el agua llamando a esto barrido mixto, generalmente esta presión se aplica en taladros negativos, taladros horizontales y en los empernadores ya que para inyectar el Cemcom se necesita de esta presión, la presión de aire debe de estar regulada de 5 a 10 bares, por debajo de esto hay deficiencia

de lubricación de la COP. Los detritus no logran salir del taladro y se forman tipo cemento el cual atasca la barra y si hay baja presión de aire para los empernadores, este no va a tener la fuerza suficiente de inyectar el Cemcom.

F. Presión del damping

Es el mecanismo de amortiguación que protege al pistón de los impactos de la COP, esta presión debe estar entre los 20 bares.

G. Temperatura de trabajo del acople

El acople debe de trabajar con una temperatura promedio de 60°C, si la temperatura es mayor ocasiona un desgaste prematuro y acelerado de las roscas tipo "T" entre el shank adapter y el acople.

H. Centralizador del brazo del equipo

Para el caso de jumbos frontoneros y empernadores se tiene dos centralizadores que se ubican en la pluma del equipo uno delantero y otro central por donde atraviesa la barra de 14 pies o la barra de 8 pies, si el centralizador no está alineado entonces va generar que la barra se pandee y en un lapso de un tiempo determinado a barra va estar torcida y va haber desviación de taladro como también atascamiento de la barra.

I. Emboquillado

El emboquillado se da cuando se empieza a perforar, viene a ser posicionamiento y alineamiento correcto del brazo o la viga (columna) con el punto de perforación haciendo contacto entre la broca y el macizo rocoso a través del centralizador de la viga y el apoyo de goma, este

trabajo se inicia conjuntamente con las presiones de avance, rotación y percusión en baja hasta poder encontrar la forma adecuada de perforar para luego incrementar la potencia, el apoyo o tope de goma (esta al inicio de la viga) tiene con función presionar la viga con el macizo rocoso para evitar movimientos inadecuado de la viga durante la perforación.

4.1.23. Capacitación a los Operadores y Ayudantes

Se pidió el apoyo del personal de Atlas Copco para dar capacitación constante insitu a los Operadores y Ayudantes de cada equipo en la forma correcta del uso del equipo entre ellas cabe resaltar:

- No percutar en vacío ya que esto genera astillamiento de los hilos de todos los componentes de los aceros de perforación y posiblemente rotura como también el desprendimiento de los insertos.
- Controlar bien las presiones.
- Mantener el paralelismo a la hora de perforar.
- Engrasar todos los hilos de los aceros y sobre todo en las brocas cada vez que se cambie, esto va a permitir que no se astillen los hilos de la barra y los hilos de las brocas.
- En frentes perforar como máximo 10 taladros luego cambiar la broca porque si no la broca se va a chupar demasiado y no va a servir para el afilado.
- En taladros largos cambiar la broca en cada taladro esto dependiendo de la longitud del taladro.
- En sostenimiento cambiar la broca en cada 12 taladros.

- No hacer chocar inserto con inserto ya que tienen la misma dureza y se van a romper.



Fotografía N° 4.1.23.1. Capacitación insitu Fotografía N° 4.1.23.2. Capacitación



Fotografía N° 4.1.23.3. Charla a operadores en interior mina

4.1.24. Implementación de herramientas para control de aceros

A. Vernier

Con este instrumento se podrá medir el diámetro de las brocas y la altura de los insertos como también la copa de las barras de 5 pies y con ello se podrá descartar de acuerdo a sus medidas.



Fotografía N° 4.1.24.1. Vernier para medición de brocas

B. Tacómetro

Este instrumento sirve para medir la presión de rotación.



Fotografía N° 4.1.24.2. Tacómetro

C. Manómetro

Con este instrumento podremos medir la presión de aire en los equipos para el barrido de detritus en taladros negativos de los taladros largos, estos equipos van a usar barrido mixto (agua y aire) para poder expulsar todos los detritus ya que a mayor longitud el detritus se compacta más y puede generar atascamiento con pérdidas de broca y barras, en el caso del jumbo empernador la presión de aire va a servir para el lanzamiento de Cemcom dentro de los taladros.



Fotografía N° 4.1.24.3. Manómetro

D. Regla de insertos

Con este instrumento se puede medir los insertos tanto su altura como su ancho.



Fotografía N° 4.1.24.4. Regla para medir insertos de las brocas

E. Presión de jumbos frontoneros – parámetros óptimos

PRESIONES	PARÁMETROS OPTIMOS
PRESIÓN DE PERCUCIÓN	120 - 180 bar
PRESIÓN DE ROTACIÓN	50 - 60 bar
PRESIÓN DE AVANCE	50 - 60 bar
PRESIÓN DE AGUA	10 bar

F. Presión de simbas taladros largos – parámetros óptimos

PRESIONES	PARÁMETROS OPTIMOS
PRESIÓN DE PERCUCIÓN	120 - 150 bar
PRESIÓN DE ROTACIÓN	40 - 50 bar
PRESIÓN DE AVANCE	70 - 80 bar
PRESIÓN DE AGUA	10 bar

4.1.25. Información geológica

Para cada labor programada se va a pedir un informe al área de geomecánica donde nos van a informar la caracterización geomecánica de la masa rocosa, clasificación geomecánica, medidas de control y otros alcances para poder saber en qué tipo de roca vamos a perforar, cuando se perfora en terreno que presenta fallas y fracturas, por lo general hay atascamiento de la barra más aun cuando se trata de taladros largos ya que se perfora longitudes mayores a 20 metros, con la información que nos va brindar geomecánica vamos a tomar precauciones necesaria a la hora de perforar y hacer un análisis si es dable perforar o no.

Muchas veces se ha perdido barras y brocas nuevas (mayormente en taladros largos) por atascamiento de los mismo todo ello por desconocimiento y falta de información geológica del macizo rocoso donde se está perforando, la Compañía Minera Casapalca actualmente es una zona de recuperación de mineral por lo tanto presenta mucho fracturamiento y fallas los cuales debemos de tener mucho cuidado cuando se realizan los trabajos.

Informes presentados por el área de geomecánica:

A. Informe N°. 004 presentado por geomecánica



INFORME 004

OTROS DESTINATARIOS
PARA INFORMACIÓN

Casapalca, 24 de enero 2019

CC:

PLA -GEOM. N°004-2019

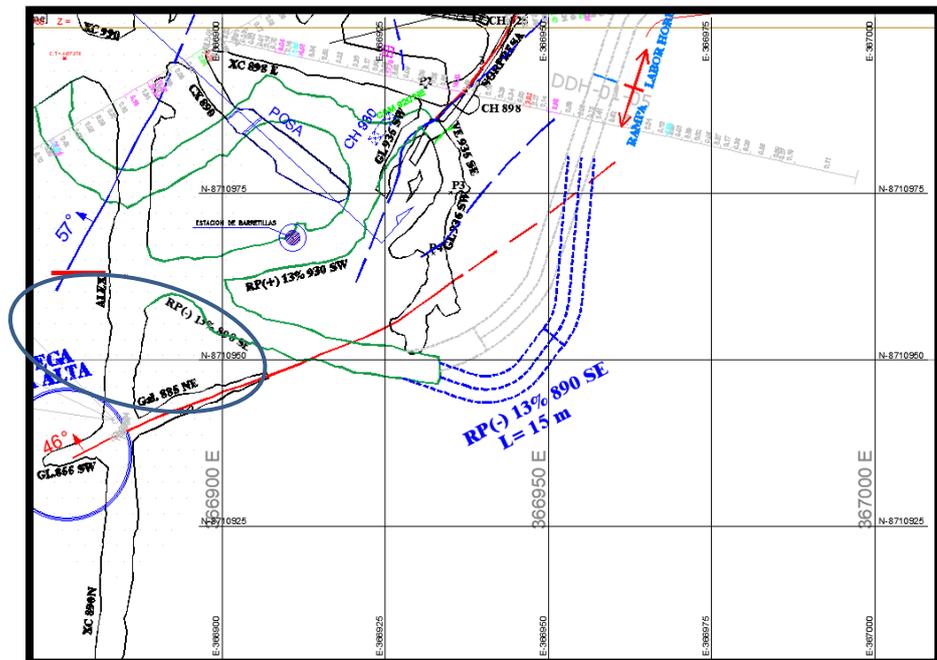
A: JEFE DE GEOMECÁNICA, CMC

De: ING. GEOMECÁNICO

Asunto: INFORME DE SOBREROTURA DEL RP (-) 890 ZONA ALTA
CUERPOS

1. Ubicación

La RP (-) 890, labor de preparación para recuperar el puente, ubicados en la zona Alta del nivel NV - 1.



Plano N° 4.1.25.1. Plano de labor

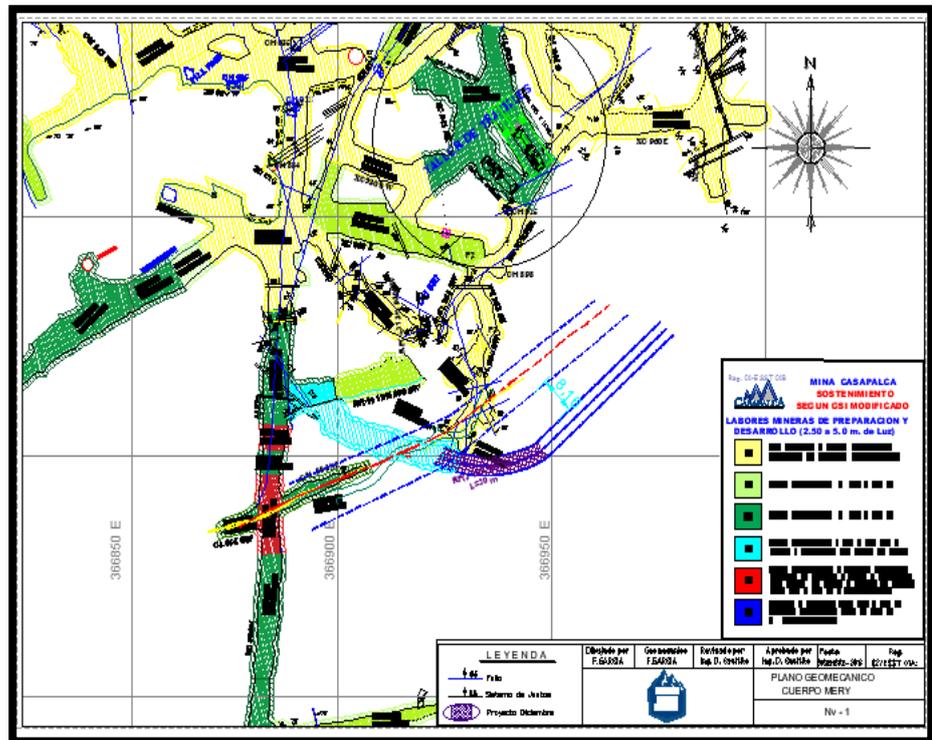
2. Geomecánica de la masa rocosa

La labor en estudio tiene una clasificación geomecánica de RMR (Rock Mass Rating) de Bieniawski (1989).

Valoración geomecánica: RP – 890

	Caracterización geomecánica	
	RMR	
Roca en contacto	25 - 35	Regular, IV

Fuente: Gestión Minera



Plano N° 4.1.25.2. Plano de labor

3. Caracterización geomecánica de la masa rocosa

En el avance de la RP 890 presenta una falla sub perpendicular a labor teniendo una potencia de 6 m aproximadamente con relleno de arcillas (óxidos de manganeso) y bloques inestables generando inestabilidad,

también se tiene filtración de agua entre las discontinuidades dentro de la falla, teniendo persistencia mayor a los 100 m.

Relleno de falla – material arcilloso de baja resistencia producto del óxido de manganeso y del movimiento que tuvo en su momento evidenciado en los espejos de falla; presenta una potencia de 8m aprox.

Las características de la labor son las siguientes:

RMR: 25 – 35

GSI: MF/MM

TIPO: IV

La dirección del buzamiento es de NW y una dirección de N 60° generando inestabilidad dentro del proyecto inicial según el planeamiento.

4. Conclusiones

Dentro del proyecto de la Rp 890 (-) se presentó una falla-veta de la misma dirección con diferentes buzamientos de potencia promedio de 8m generando cuñas en todo el tramo del avance, también se tiene presencia de óxidos de manganeso (arcillas), todos estos factores influyentes hacen que tenga un tipo de roca IV teniendo todo el tramo inestable y con sobre rotura en todo el tramo antes mencionado.

5. Medidas de control

Respecto al sostenimiento se recomienda lanzado de shotcrete de 3 pulg en forma de sostenimiento preventivo, luego pasar con armado de cuadros según el estándar en la zona realizada, para entrar a la caja piso de la falla siendo una zona más estable y continuar con

sostenimiento de pernos helicoidales de 7 pies en forma sistemática de 1.80 m de espaciamiento.

JEFE DE GEOMECÁNICA

A. Informe N°. 005 presentado por geomecánica



Casapalca, 20 de enero 2019

INFORME 005

OTROS DESTINATARIOS
PARA INFORMACIÓN

CC:

Archivo:

PLA-GEOM. N°005-

A: JEFE DE GEOMECÁNICA, CMC

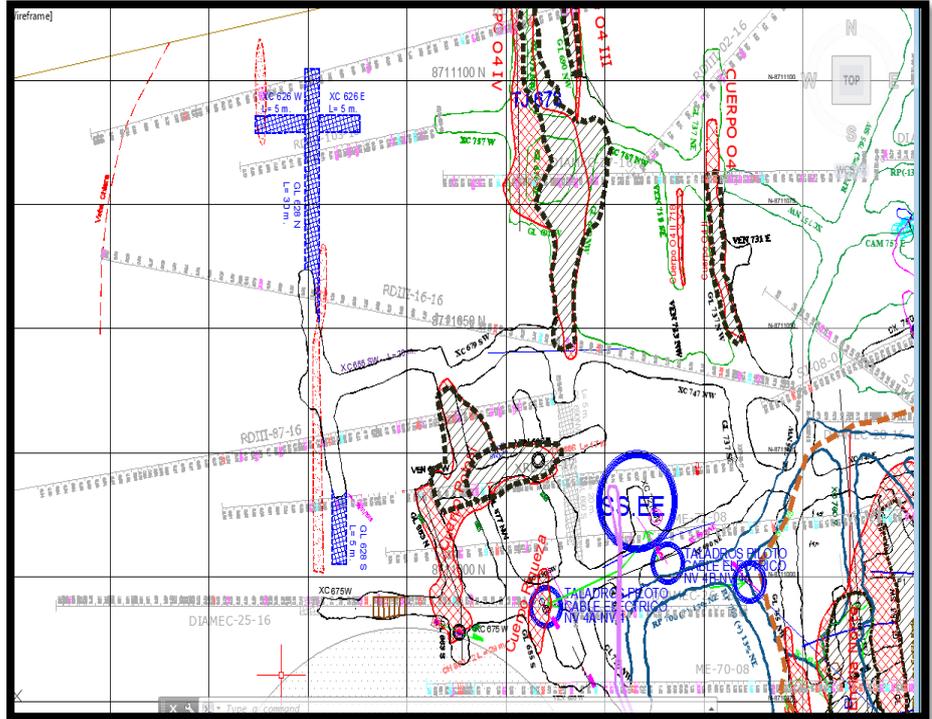
De: ING. GEOMECÁNICO

**Asunto: INFORME DE SOBREROTURA DE LA GL – 628 N y GL – 628 S
NIVEL 4A, ZONA CUERPOS**

1. Ubicación

En la GL-628 S, GL-628 N son labores de desarrollo, la cual se ubica en la zona de cuerpos NV-4A Zona Alta.

GL – 628 N y GL – 628 S – NV. 4ª



Plano N° 4.1.25.3. Plano de labor

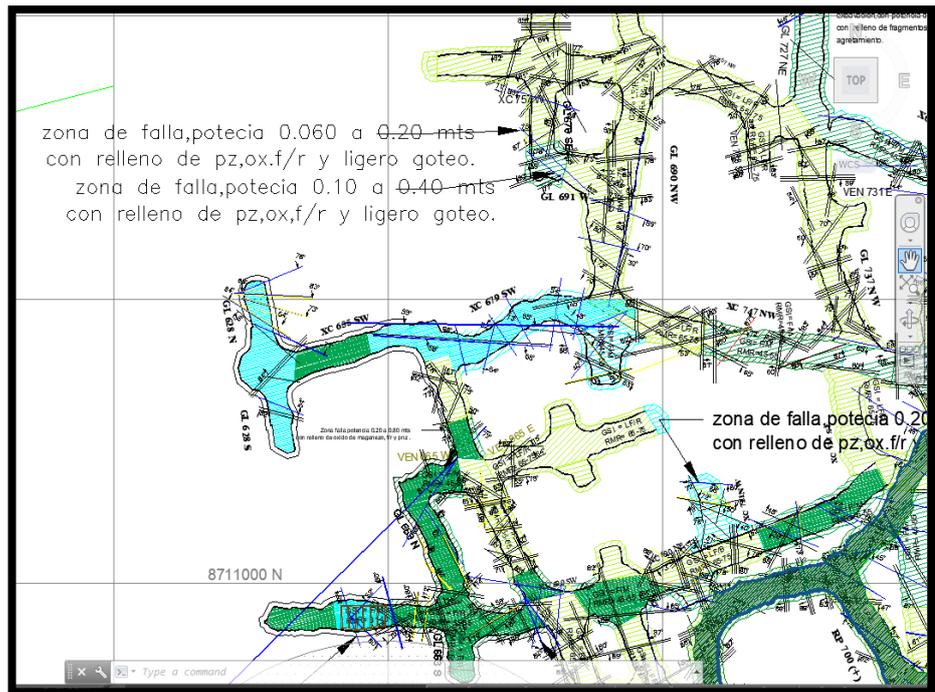
2. Clasificación geomecánica de la masa rocosa

La labor en estudio tiene una clasificación geomecánica de RMR (Rock Mass Rating) de Bieniawski (1989).

Valoración geomecánica de la GL – 628 – NV. 18

Zona	Caracterización geomecánica	
	RMR	
Roca en contacto	35 - 45	Mala, III-B

Fuente: Gestión Minera Integral SAC. – Área de geomecánica



Plano N° 4.1.25.4. Plano de labor

3. Caracterización geomecánica de la masa rocosa

La roca que atraviesa la labor se encuentra ligeramente alterada por epidotización, se tiene un sistema de fracturamiento (sub perpendicular); la persistencia va de 3 a 10m, las paredes son ligeramente rugosas, El valor de RMR está entre 31 a 40.

A lo largo de la galería hay presencia de fallas con rumbos E - W, con potencia de 0.3m y 0.40 m. respectivamente, ambos rellenos de fragmentos de roca, oxido y panizo.

4. Conclusiones

El tramo mineralizado presenta una alteración de epidotización y solidificación con fuerte fracturamiento producto de la familia de discontinuidades generado por fallas y fracturas sub perpendiculares al avance.

5. Medidas de control

La labor está siendo sostenida en un primer momento con Split set de 7 pies. espaciados a 1.50 m; finalmente debe ser reforzado con Shotcrete de 2 pulgadas de espesor.

Además de la aplicación del sostenimiento se toma como medida de control el desatado de rocas en forma constante, antes, durante y después de cada tarea.

JEFE DE GEOMECÁNICA

4.1.26. Verificación de atascamiento de barras y broca del equipo de taladros largos

Se verificó atascamiento de los aceros de perforación de los equipos Simba 11 y Simba 10.

1. Equipo de talaros largos Simba 11

Siendo las 11:50 p.m. del día 24 de enero del 2018 se ingresó a mina para verificar el atascamiento de las barras y brocas de los equipos Simba 11, que ha presentado atascamiento de los aceros de perforación (barras y brocas) por los cuales van a tener mucho consumo de aceros, esto por no cumplir tu vida útil, el atascamiento se produjo en el taladro número.

A. Datos

Equipo: Simba 11

Fecha: 24 de enero del 2018

Nivel: 13

Zona: Baja

Labor: GL 370 N

Operador: Melquiades Gaspar.

B. Descripción del evento

El día 24 de enero del 2018 en el turno noche, se realizaba la perforación de taladros largos en positivo en un terreno fracturado con presencia de fallas, lo cual ha ocasionado que la presión de barrido disperse el detritus por las fracturas sin refrigerar a columna, causando el recalentamiento de las barras y su posterior rompimiento, quedándose en el taladro 15 barras nuevas de 5 pies y 1 broca de 64 mm. Semi nueva, este evento se registró cuando se perforaba el taladro número 15 con un ángulo de perforación de 64° de la sección P.

C. Causa del evento

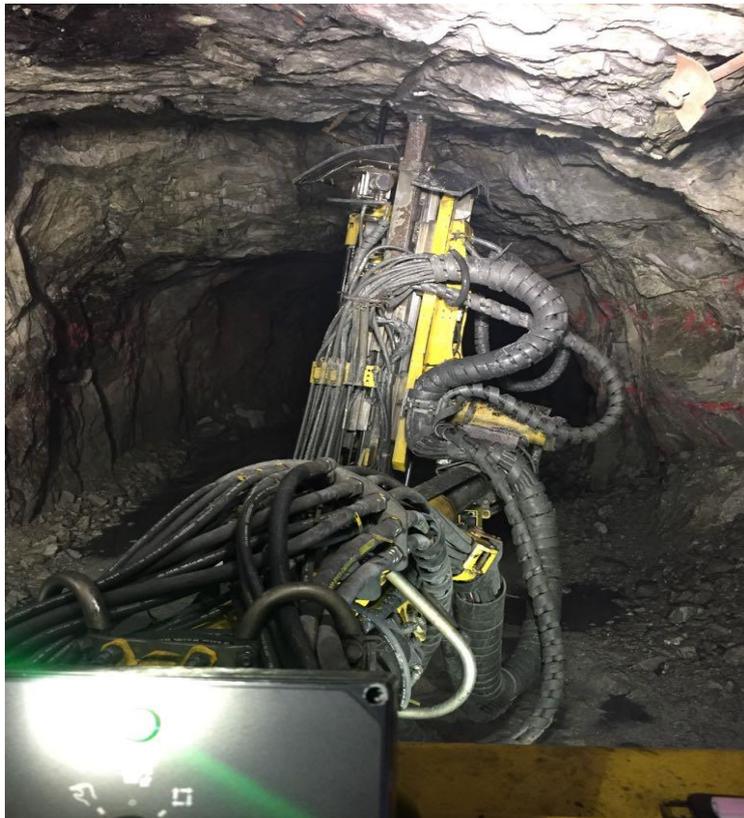
Problema en el barrido de detritus y problema estructural del macizo rocoso (presencia de fallas y fracturas).

D. Medidas correctivas

- Se va a pedir la información geológica del macizo rocoso al área de geomecánica para poder saber en qué tipo de terreno se va a perforar.
- Si en el terreno de perforación hay presencia de fallas y fracturas se va a tener que modificar la malla o usar tubos en todo el taladro.



Fotografía N° 4.1.26.1. Equipo de taladros largos Simba 11



Fotografía N° 4.1.26.2. Atascamiento de barras de 5 pies

2. Equipo de taladros largos Simba 10

Siendo las 4:03 p.m. del día 4 de febrero del 2018 se ingresó a mina para verificar el atascamiento de las barras y brocas de los equipos

Simba 10, que ha presentado atascamiento de los aceros de perforación (barras y brocas) por los cuales van a tener mucho consumo de aceros, esto por no cumplir tu vida útil.

A. Datos

Equipo: Simba 10

Fecha: 4 de febrero del 2018

Nivel: 6

Zona: Intermedia

Labor: GL 682 SW

Operador: Juan Toro

B. Descripción del evento

El día 4 de febrero del 2018 turno día, se continuó con la perforación en un terreno con presencia de falla, en el taladros número 9 de la sección 28 cuando se estaba perforando en negativo con un ángulo de 77°, se atascó la columna de barra (en la barra número 18) por compactación de los detritus esto debido a que no hubo una buena presión de agua lo cual generó un mal barrido de los detritus del fondo del taladro, el Operador esforzó la columna queriendo recuperar las barras (mala maniobra), este esfuerzo generó recalentamiento en las barras y su rotura, quedándose 11 barras de 5 pies y una broca de 64 mm. Sólo se logró recuperar 7 barras.

C. Causas del evento

Baja presión de agua, mal barrido de detritus del fondo del taladro y mala maniobra por parte del Operador.

D. Medidas correctivas

- Se incrementará un personal más que este al tanto de las pozas de agua, esto para que no se baje la presión de agua por desabastecimiento, hasta esa fecha sólo un personal veía dos zonas y es muy tedioso que una sola persona ve todas las pozas por lo alejado que encuentran (4 pozas).
- Cuando la presión de agua baje se tiene que para la perforación porque no hay forma de evacuar los detritus y se forma una compactación en el fondo del taladro haciendo que se atraque las barras, se capacitó al Operador para estos casos.



Fotografía N° 4.1.26.3. Equipo de taladros largos Simba 10



Fotografía N° 4.1.26.4. Presiones del equipo

4.1.27. Prueba y verificación de presiones

Se hizo pruebas de presiones y otras verificaciones que presentan a menudo los equipos de jumbos frontoneros.

1. Jumbo frontonero J-16

Siendo las 11:13 a.m. del día 10 de marzo del 2018, guardia día, se ingresó a mina para verificar el descarte prematuro de los aceros de perforación y otros problemas que presenta este equipo, motivo por el cual se ha tenido un alto consumo de aceros de perforación no por la calidad del acero sino por problemas del equipo que no está funcionando con sus parámetros respectivos, a partir de la fecha se está haciendo seguimiento a todos los equipos en cuanto a su mantenimiento.

A. Datos

Equipo: Jumbo J-16

Fecha: 10 de marzo del 2018

Nivel: 3B

Zona: Alta

Labor: XC 600 S

Operador: Raúl Quispe.

B. Descripción del evento

En horas de la mañana se ingresó a mina a verificar la operación de equipo Axera J-16; como parte de la programación del proyecto, en el cual se observa que el sistema anti atasque de barras no está operativo por lo cual la barra se atrapa en el taladro generándose sobre esfuerzo en los aceros al tratar de retirarla.

Se realiza la verificación de la presión de percusión para la perforación con broca de diámetro de 51 mm. Encontrándose en 250 siendo lo correcto 180, esto genera astillamiento de los hilos de los aceros y el desprendimiento de los insertos de la broca, además la presión de rotación RPM se encontró en 70 RPM siendo lo correcto 60 RPM, esto ocasiona que los insertos de la broca van a tener mayor desgaste en poco tiempo y antes de cumplir su vida útil.

Se verificó también que los pernos de la mesa de la perforadora se encuentran aflojados y con demasiado desgaste de los holder produciendo que en plena perforación la perforadora oscile generando sobre esfuerzo de la columna de perforación.

Todos estos problemas ocasionaron el descarte prematuro de 5 barras de 14 pies y de 25 brocas de 51 mm. consecutivamente en tan sólo 2 semanas.

C. Causas del evento

Las presiones de rotación y de percusión no estaban en sus parámetros óptimos los cuales generaron astillamiento y desgaste de los hilos y su fractura y así también el desgaste acelerado de los insertos de la broca. El sistema anti atasque no funciona y los pernos de la mesa donde va la perforadora están sueltas produciendo un desequilibrio en toda la columna de perforación.

D. Medidas correctivas

Los mecánicos tienen que ingresar 1 hora antes que los operadores, durante ese tiempo tienen que revisar el equipo y dejarlo con sus parámetros óptimos en cuanto a sus presiones y verificar también que todo el sistema de perforación se encuentre bien, esto no va a permitir tener inconvenientes ya que se va a realizar el ciclo completo y evitar tener demoras operativas y fallas mecánicas.



Fotografía N° 4.1.27.1. Equipo jumbo frontonero J-16



Fotografía N° 4.1.27.2. Tacómetro, medición de presión de rotación



Fotografía N° 4.1.27.3. Brocas con insertos salidos



Fotografía N° 4.1.27.4. Desgaste prematuro de los hilos de la barra de

14



Fotografía N° 4.1.27.5. Desalineamiento de la mesa y holder de la perforadora

2. Jumbo frontonero J-09

Siendo las 3:45 p.m. del día 23 de marzo del 2018, en la guardia día, se verificó descarte prematuro de aceros de perforación en el equipo Boomer J-09, esto debido a que este equipo presenta varios problemas tanto mecánicos como de operación, se hizo el seguimiento y sus medidas correctivas.

A. Datos

Equipo: Jumbo J-09

Fecha: 18 de marzo del 2018

Nivel: 15

Zona: Baja

Labor: GL 475 SE

Operador: Alfredo Villanes.

B. Descripción del evento

Llegando a la Labor se verificó que el equipo presentaba problemas con el centralizador delantero, este presenta excesivo desgaste dificultando el proceso de emboquillado a realizar la perforación y también produce un efecto palanca lo cual está torciendo la barra.

También se verificó que la presión de avance está demasiado alta, encontrándose a 80 siendo lo correcto 60, esto ocasiona que la barra en cada contacto con el macizo rocoso se dobla debilitando y consecuentemente rompiendo la barra. Se verificó que el ayudante jumbero no está usando la grasa correspondiente después de cambiar las brocas lo cual genera astillamiento de los hilos tanto del acero.

Se verificó también que tanto el Ayudante como el operador del jumbo están cambiando las brocas después de 10 taladros perforados lo cual debería cambiar cada 8 taladros perforados, esto genera un desgaste prematuro de la broca y ya no sirve para afilar.

Todo ello afecta al consumo elevado del consumo de aceros.

C. Causas del evento

- Centralizador del equipo en mal estado.
- Presión de avance muy alto.
- Malas prácticas tanto del Operador como del Ayudante.

D. Medidas correctivas

- Mantenimiento debe de verificar antes que se inicie la perforación.
- Capacitación al Operador y su Ayudante de la manera correcta de la utilización de los aceros de perforación.



Fotografía N° 4.1.27.6. Equipo frontonero Boomer J-09



*Fotografía N° 4.1.27.7.
Centralizador desgastado*



*Fotografía N° 4.1.27.8. Barra sin
usar grasa*



Fotografía N° 4.1.27.9. Presión de avance alto – barra doblada

4.1.28. Atascamiento de barras por comunicación de taladros, desviación de taladros

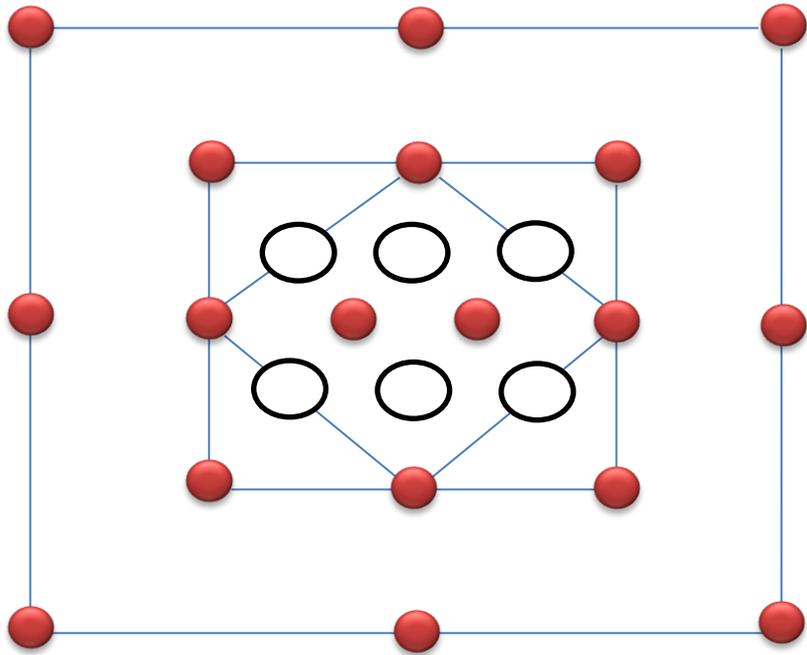
Otros de los problemas que se han identificado y que este ocasiona el elevado consumo de aceros es el atascamiento de barras de taladros

largos por comunicación ya sea con el mismo taladro o con otro taladro antiguo.

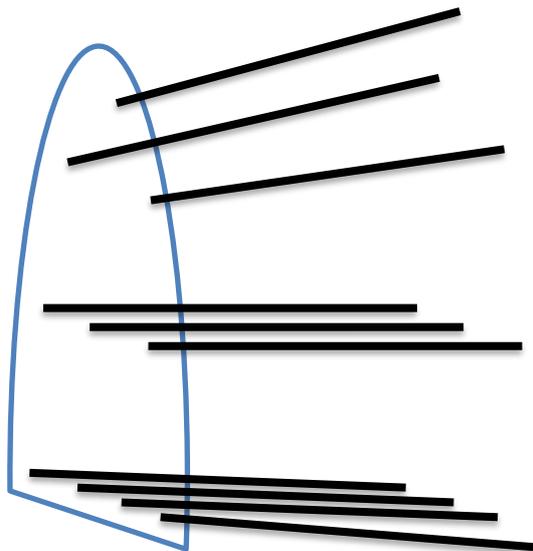
Cuando se realizan Slot o VCR (chimeneas para cara libre o echadero), muchas veces se ha visto que hay desviación de los taladros generando comunicación entre ellos lo cual se atasca la barra de 5 pies y ya no se puede recuperar y esto afecta también al carguío y voladura porque a la hora de cargar, como los taladros están comunicados, se pierde anfo y con se puede cargar todo el taladro anillando la voladura, la desviación con consecuencia de comunicación en estos tipos de trabajos se generan muchas veces por la experiencia del Operador, no usar el Stinger del equipo (tiene que estar bien anclado) y fallas mecánicas en el equipo como la desalineación de la columna de perforación.

Otras desviaciones que presentan estos trabajos son las perforaciones en abanico o en paralelo, al desviarse en estos tipos de trabajo se comunican con otros taladros ya perforados (antiguos), a mayor longitud de taladro perforado mayor son la desviación.

Por todo ello la supervisión debe tener mucho cuidado donde se perfora y siempre estar verificando los trabajos en terrenos con problemas de este tipo, así evitaremos el atascamiento y posibles pérdidas de barras de taladros largos, los Operadores deben tener la experiencia suficiente para estos tipos de trabajos, cuando se perfora Slot o VCR usar guidores y el Stinger para evitar desviaciones de taladros.



Fotografía N° 4.1.28.1. Malla de perforación de Slot o VCR



Fotografía N° 4.1.28.2. Desviación de taladros en un frente

1. Verificación de atascamiento por comunicación de taladros largos

A. Dato

Equipo: Simba 13

Fecha: 27 de marzo del 2018

Nivel: 5

Zona: Intermedia

Labor: XC 678 NW

Operador: Quispe Escobar.

B. Descripción del evento

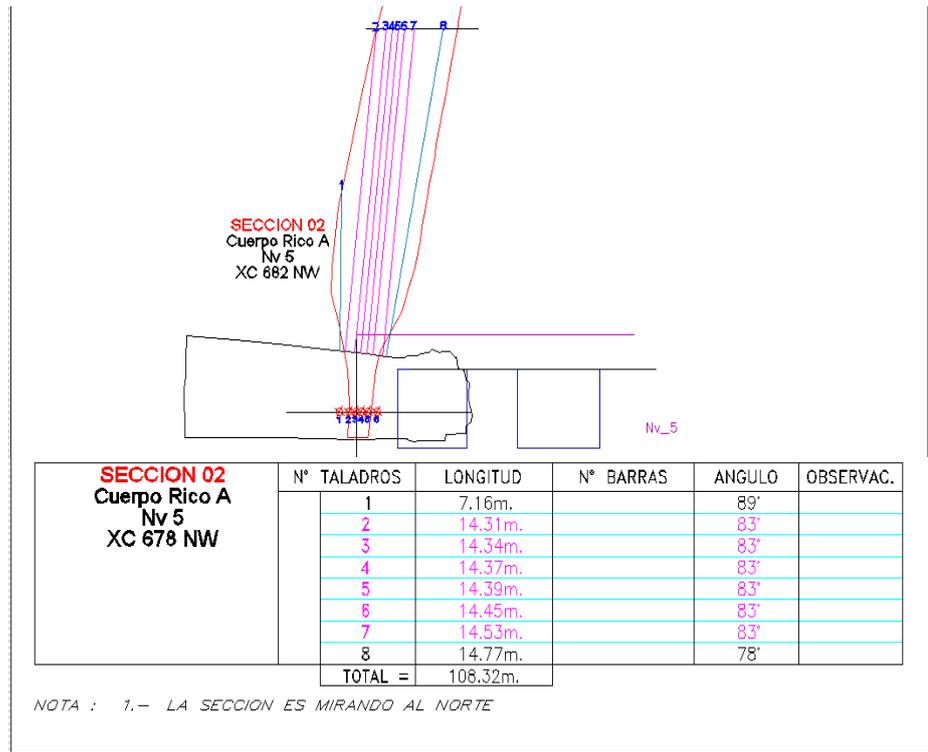
Se ingresó a mina siendo las 3:18 a.m. del día 27 de marzo del 2018 en la guardia noche, se verificó atascamiento de barras de 5 pies por comunicación de taladros cuando se estaba perforando el Slot en el XC 678 NW de más de 14 m. uno de los taladros del cuadrador comunico con otro taladro del mismo Slot, esto ocasionó que la columna se atasque a unos 13 m. de perforación en cual se perdió 9 barras de 5 pies seminuevas y una broca de 64 mm. Se verificó también que el Operador no está usando el Stinger en otras secciones.

C. Causas del evento

Desviación de taladros y comunicación entre ellos.

D. Medidas correctivas

Mayor supervisión de los trabajos y capacitación al Operador.



Fotografía N° 4.1.28.3. Malla de perforación de Slot



Fotografía N° 4.1.28.4. Equipo perforando sin usar el Stinger



Fotografía N° 4.1.28.5. Atascamiento de barra por comunicación



Fotografía N° 4.1.28.6. Equipo perforando Slot



Fotografía N° 4.1.28.7. Barras de 5 pies rotas



Fotografía N° 4.1.28.8. Atascamiento de barra de 14 pies por comunicación

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

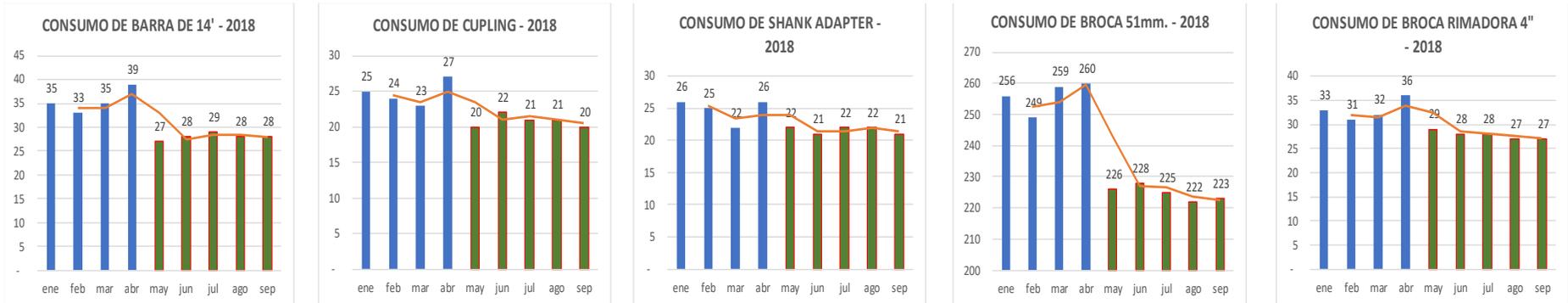
4.2.1. Gráfico de tendencia de consumo de aceros por mes

En los siguientes gráficos se podrá observar los resultados de aplicación de todos los controles propuestos en este proyecto, resultados de menor consumo con respecto al consumo de los meses anteriores, desde mayo 2018 se está aplicando estos controles hasta la actualidad y se ve una gran diferencia de consumo de aceros, se ha reducido tanto el consumo como el costo de aceros, se ha mejorado la eficiencia de los equipos en las perforaciones, se tiene un orden de trabajo en la actualidad y se mejoró la perforación y voladura sacando los ciclos en su debido tiempo.

Como resultados de las aplicaciones de estos controles, se tiene también menor tiempo de equipos parados por temas de aceros.

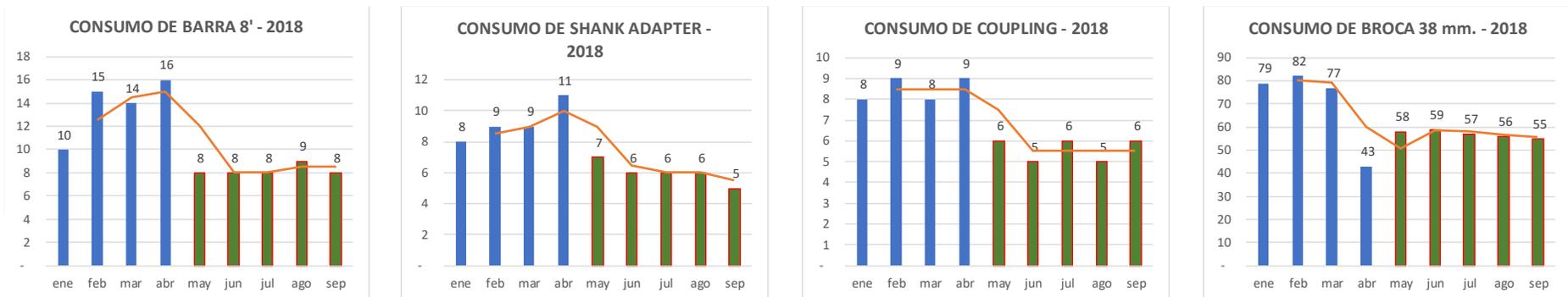
A. Consumo de aceros frontoneros por mes

Consumo de aceros de 7 jumbos frontoneros – año 2018, se puede observar la disminución de consumo a partir del mes de mayo fecha en que se implementó los controles de aceros de perforación.



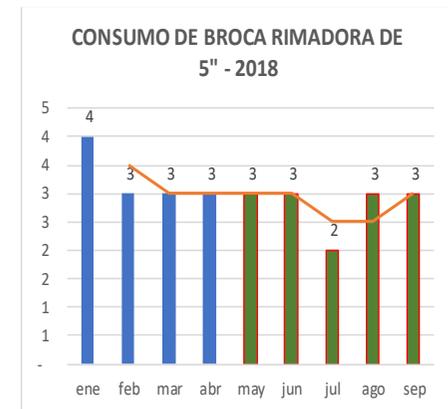
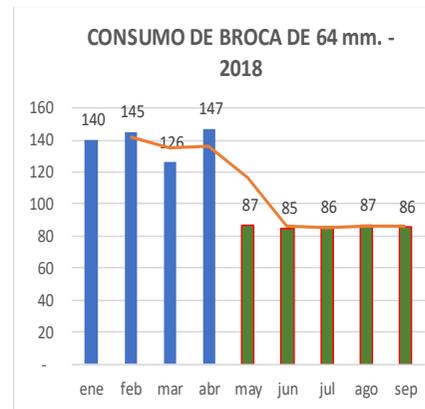
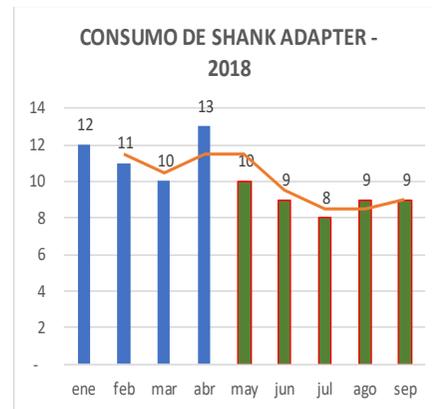
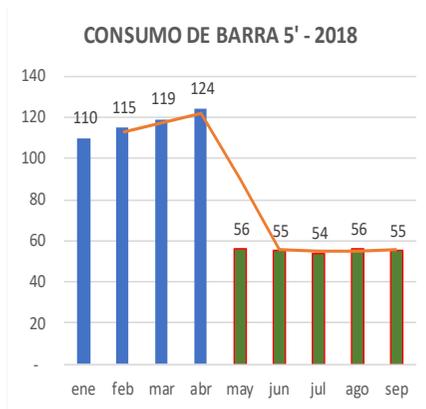
B. Consumo de aceros de sostenimiento por mes

Consumo de aceros de sostenimiento de 2 equipos – año 2015, con un menor consumos a partir de mayo.



C. Consumo de aceros de taladros largos por mes

Consumo de aceros de taladros largos 3 equipos – año 2018, se observa que a partir del mes de mayo el consumo ha sido menor con respecto a los meses anteriores.



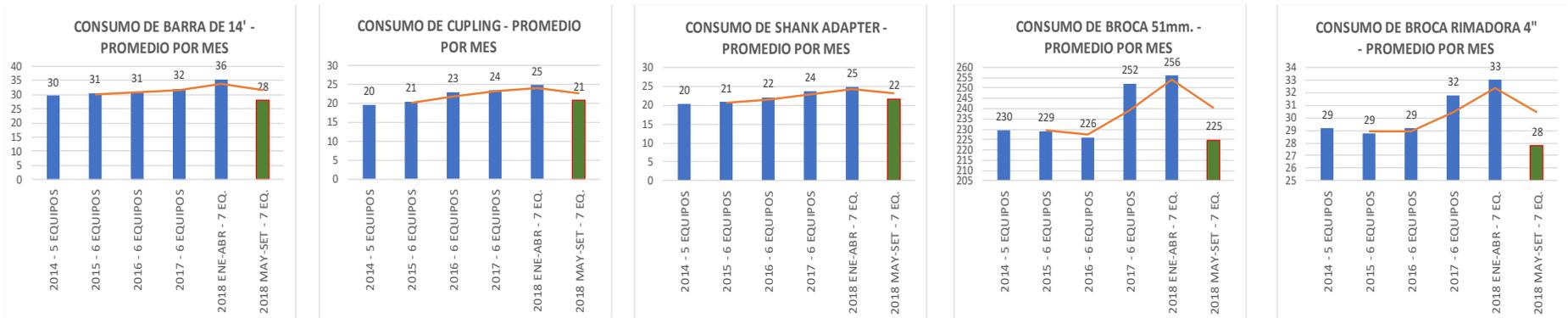
4.2.2. Gráfico de consumo de acero promedio por mes

El resultado de la aplicación de controles ha sido significativo, en los siguientes cuadros se observa la reducción del consumo de aceros en promedios por mes y tipo de acero desde el año 2014 a la fecha, este resultado nos brinda una satisfacción en cuanto podemos minimizar los costos en beneficio de la empresa.

Estos resultados obtenidos se tienen que mantener optimizando el consumo y costos de aceros.

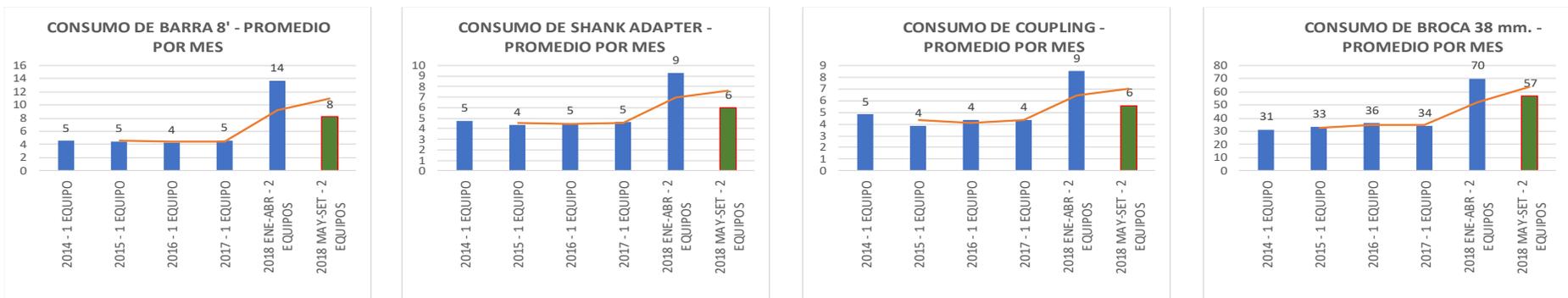
A. Consumo promedio de aceros frontoneros por mes

El consumo promedio por mes desde el año 2014 ha sido significativo en comparación al consumo promedio por mes desde nayo del 2018, teniendo una reducción significativa de consumo de acuerdo con los números de equipos.



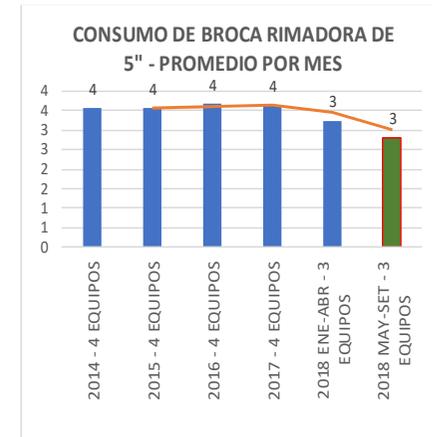
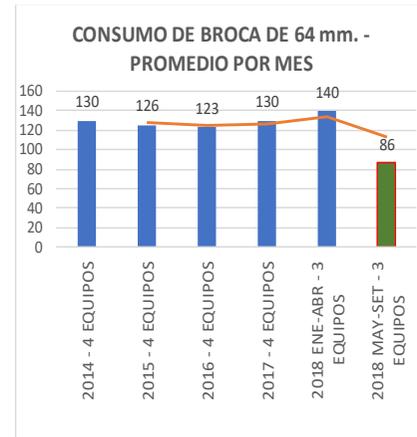
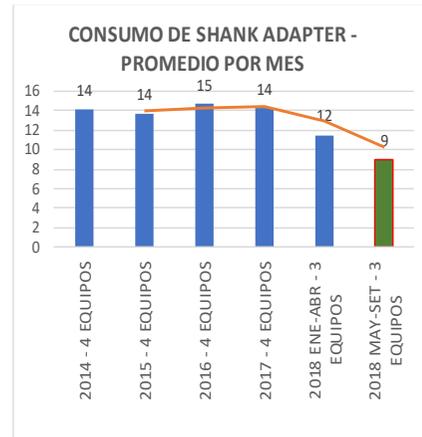
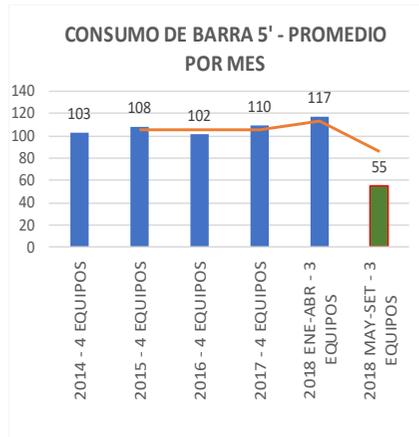
B. Consumo promedio de aceros de sostenimiento por mes

La reducción del consumo de acero de sostenimiento también ha sido significativa con respecto a los meses anteriores.



C. Consumo promedio de aceros de taladros largos por mes

El consumo de aceros de taladros largos durante los meses anteriores ha sido elevado reduciendo desde mayo del 2018.

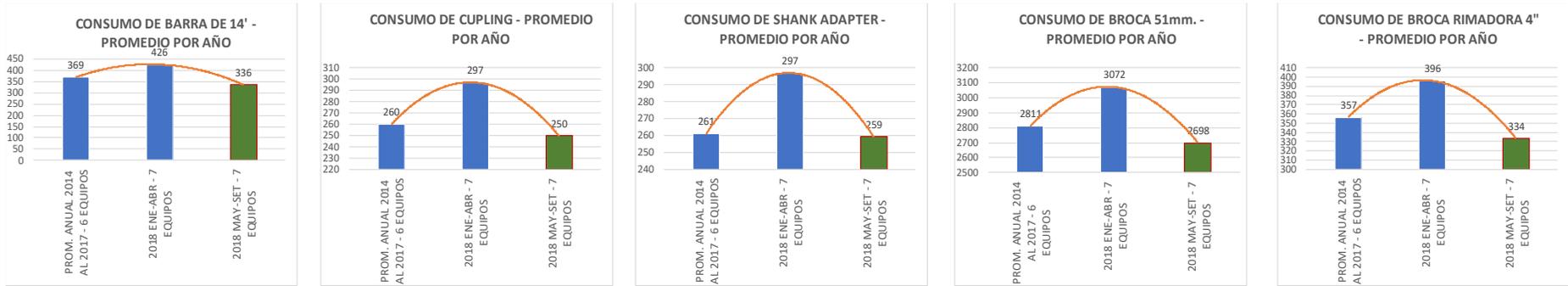


4.2.3. Gráfico de consumo de acero promedio por año

El consumo de aceros promedio por año, desde el año 2014 hasta abril del 2018 ha sido elevado que llevando todo este consumo a precio reales es significativo en costos para cada año, generando grandes pérdidas en costos para la empresa, los resultados que se muestran de acuerdo a los controles que hoy se llevan son muy favorables en cuanto a la reducción de costos y más aún esto se va ver reflejado cada fin de año cuando se haga los estados financieros de la empresa ya que va resaltar un gran ahorro con tan sólo aplicar los controles adecuados. A continuación, se muestra los gráficos de los resultados de consumo de aceros.

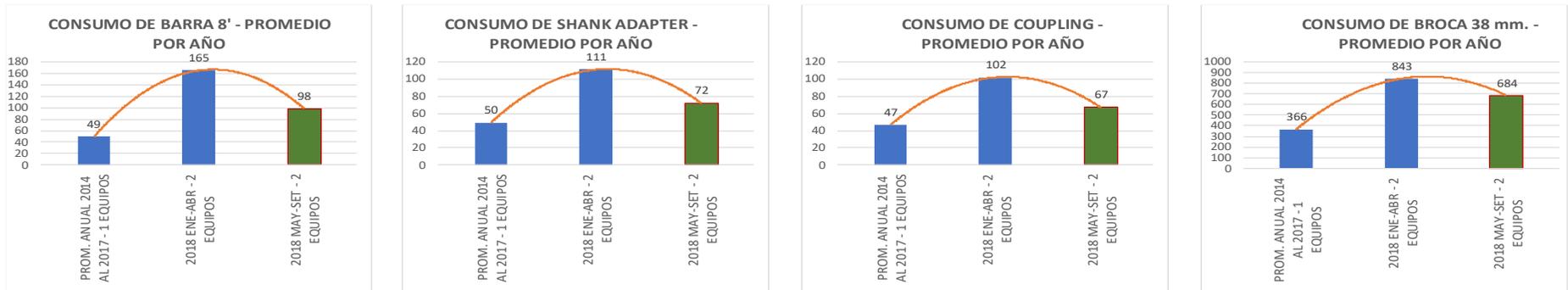
A. Consumo promedio de aceros frontoneros por año

Se observa la reducción de consumo de aceros frontoneros teniendo en cuenta que en el año 2018 de enero a abril se tuvo un elevado consumo de aceros despertando la gran preocupación por parte de nuestra gerencia.



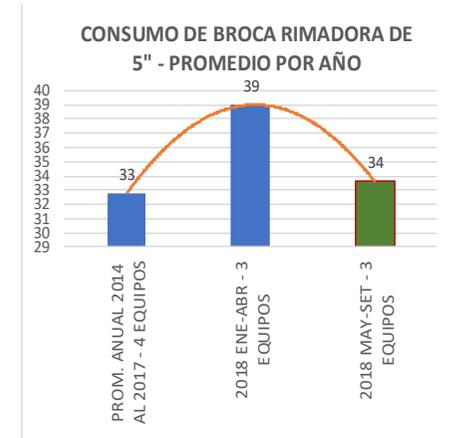
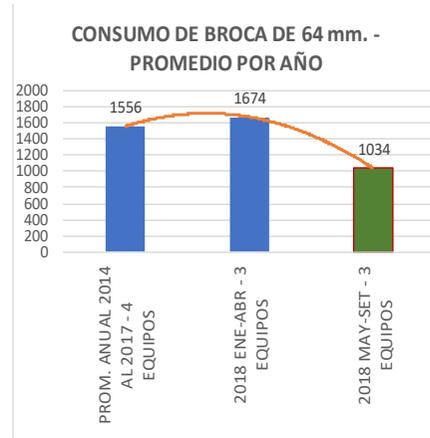
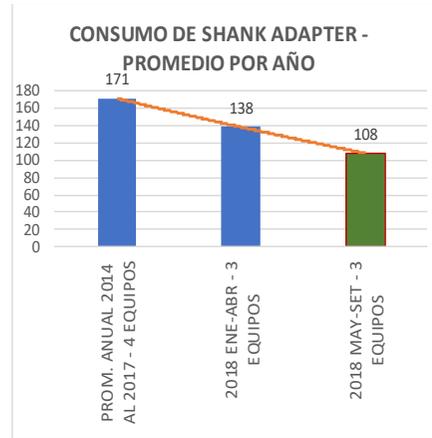
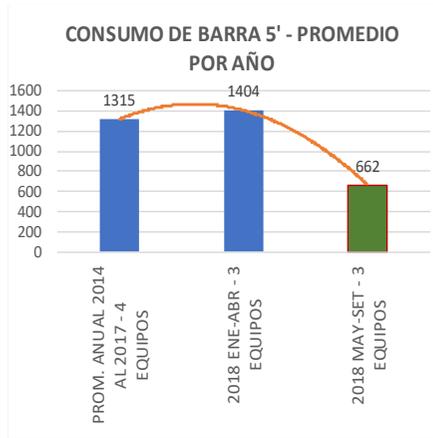
B. Consumo promedio de aceros de sostenimiento por año

Desde el año 2014 al 2017 se ha trabajado con un solo empernador a partir del 2018 se incrementa otro equipo.



C. Consumo promedio de aceros de taladros largos por año

El resultado de consumo de aceros de taladros largos desde el año 2014 hasta abril del 2018 es significativo, el consumo empieza a disminuir desde mayo del 2018 que es favorable para la empresa en tema de costo, hasta el año 2017 se tuvo 4 equipos de este modelo y para el 2018 1 equipo se envió a lima para su overhaul.



4.2.4. Valorización de consumo de aceros de perforación

Uno de los puntos importantes de este proyecto es la reducción de costos en el consumo de aceros de perforación, los resultados mostrados a continuación presentan una elevada valorización para la adquisición de aceros de perforación, en la Compañía Minera Casapalca las compras directas de los aceros de perforación se realizan quincenalmente de acuerdo al requerimiento del área de operaciones conjuntamente con productividad y planeamiento, anteriormente se hacía el requerimiento de acuerdo al consumo histórico de los meses anteriores y este dato histórico se sacaba de almacén y de acuerdo a ello pedían las cantidades necesarias y a ello lo sumaban un 10% más adicional para el RQ.

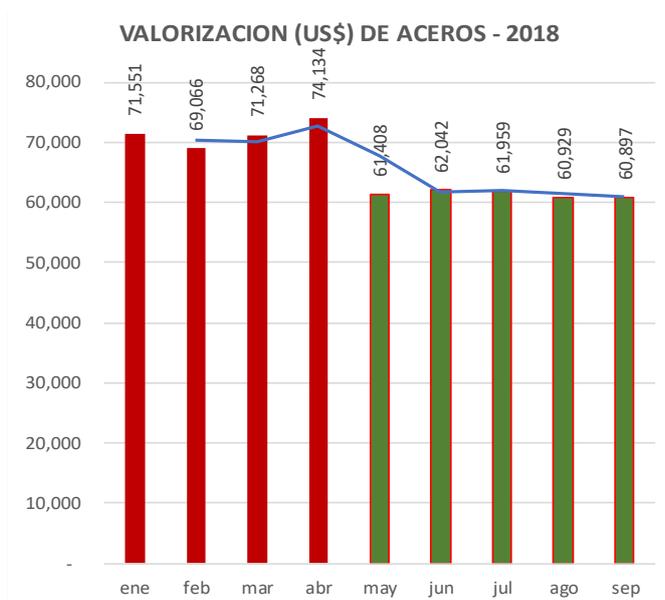
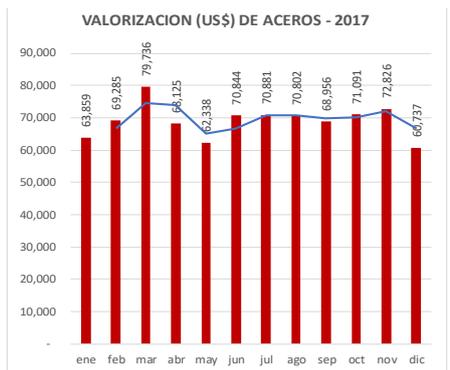
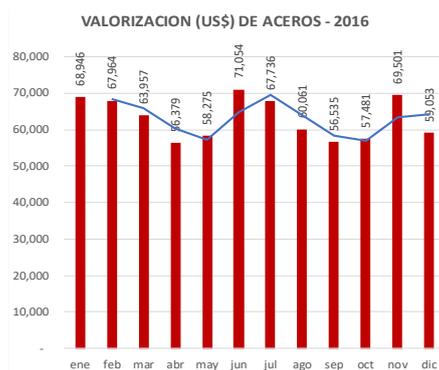
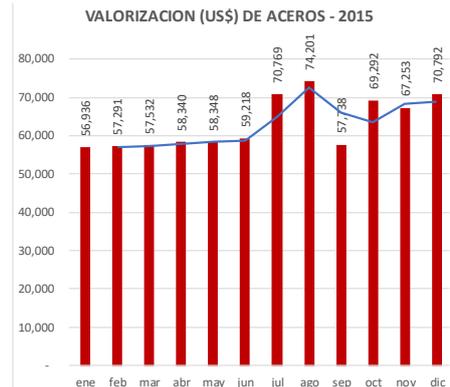
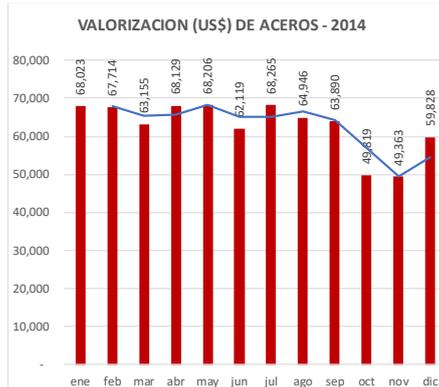
Para la valorización de aceros de perforación se ha tomado los precios de mercado que desde el año 2014 no ha variado mucho, las valorizaciones marcan gran diferencia en meses y más aún en años, con los controles que se está aplicando se ha reducido significativamente los costos de adquisición de los aceros esto beneficia directamente a la empresa.

Los precios de los aceros son variables, pero si se trata de comparaciones es en taladros largos que más se ha reducido los costos por el simple hecho de que cuando se te atasca una columna de perforación vas a tener mayor pérdida en cuanto a costos, similar pasa con los aceros de frontoneros y sostenimiento, pero las pérdidas son menores ya que ellos realizan trabajos con unidades mínimas de aceros que todo lo contrario con taladros largos.

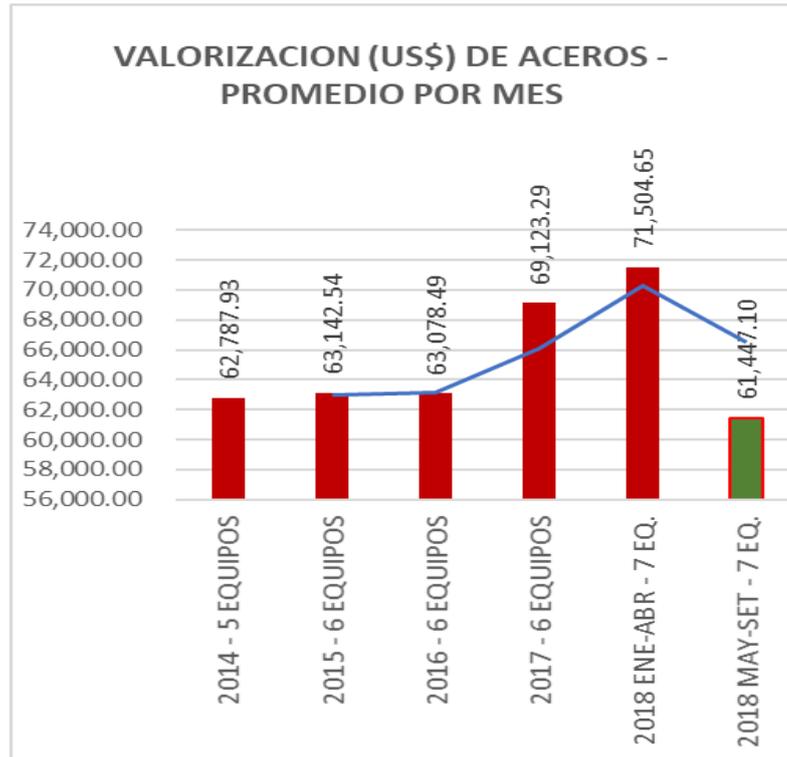
4.2.5. Resultado de valorización de aceros perforación de jumbos

En los cuadros siguientes se muestran las valorizaciones de los aceros de perforación de jumbos frontoneros esta expresado en dólares lo cual muestra una reducción de costo a partir del mes de mayo del 2018.

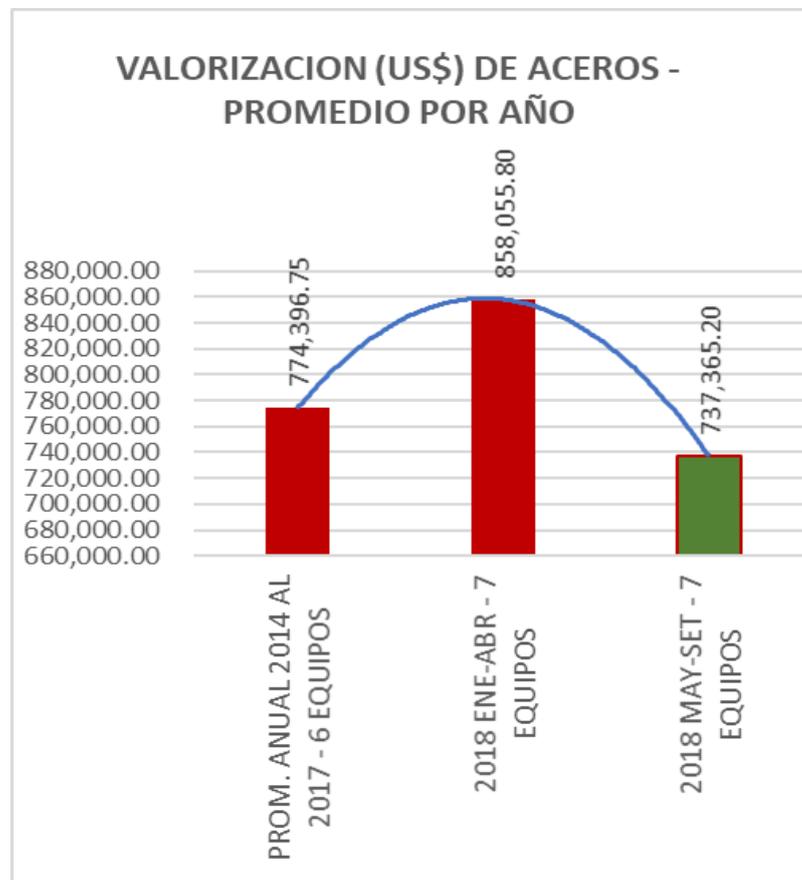
A. Valorización mensual



B. Valorización promedio mensual



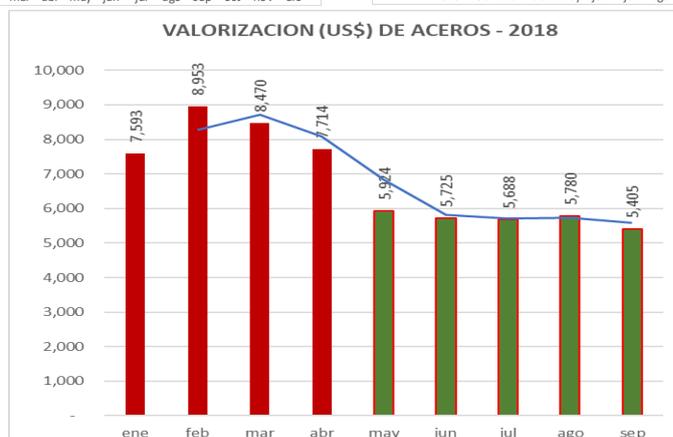
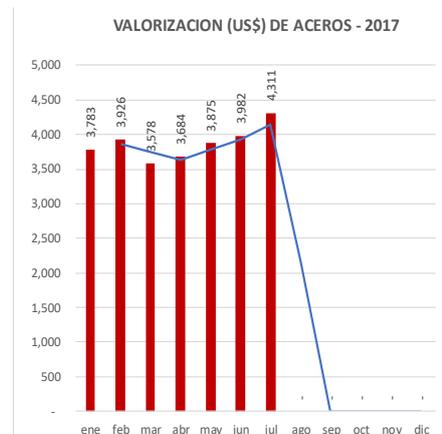
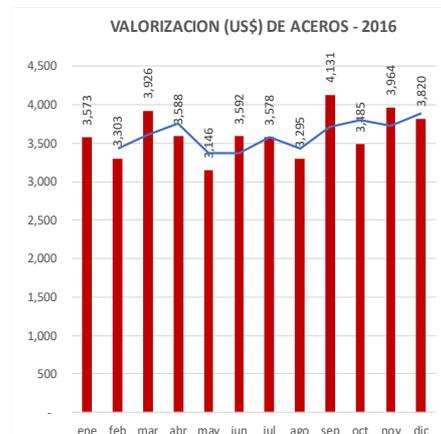
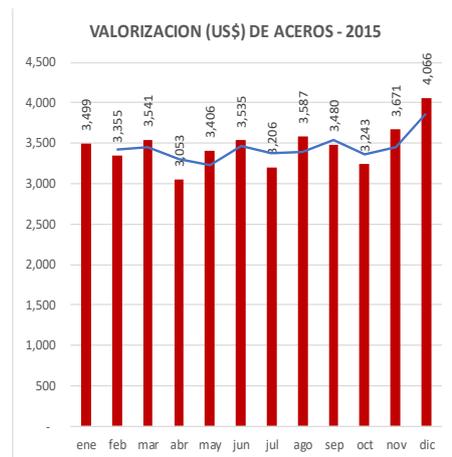
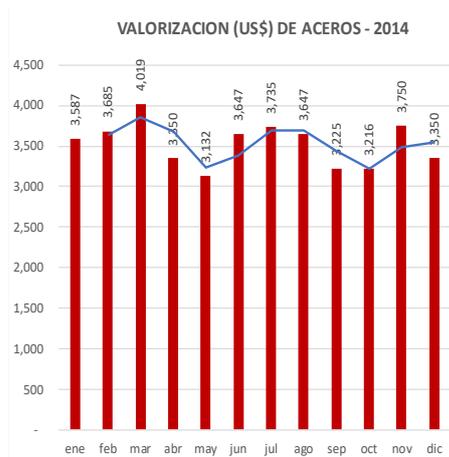
C. Valorización promedio anual



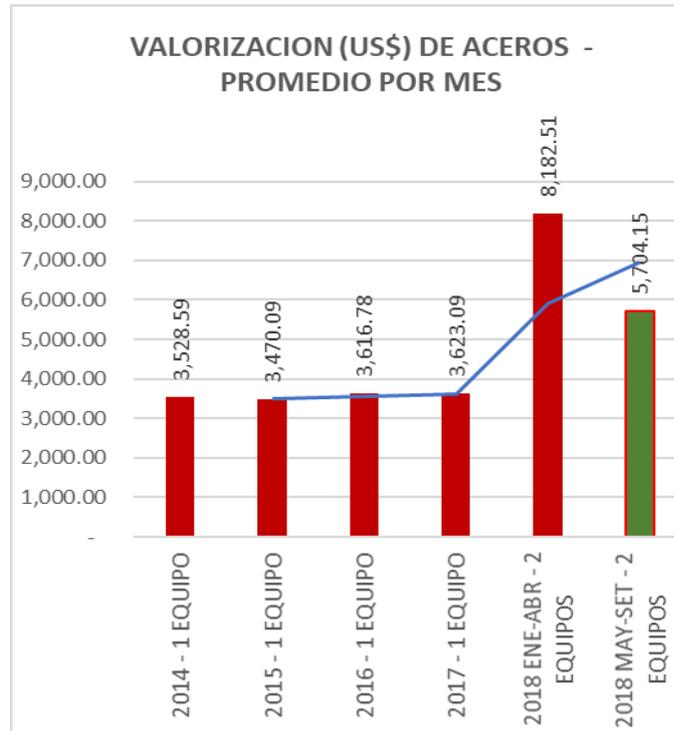
4.2.6. Resultado de valorización de aceros perforación de sostenimiento

En los gráficos siguientes se muestran la reducción de costos mensual, promedio mensual y promedio anual, teniendo una baja considerable desde mayo. Y que esto nos permita mantener en los meses posteriores.

A. Valorización mensual



B. Valorización promedio mensual



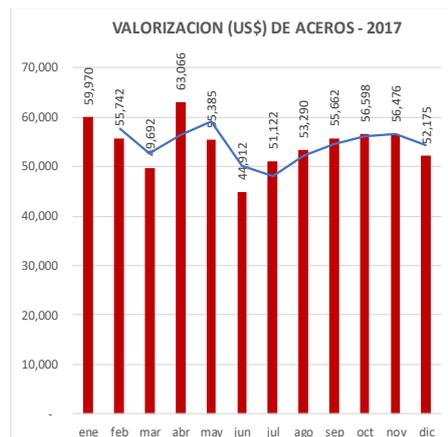
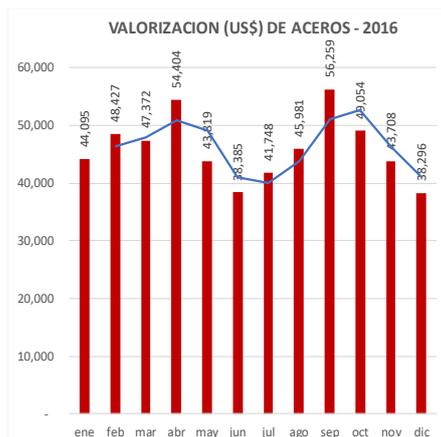
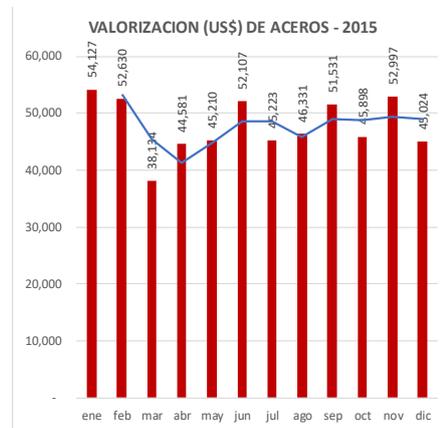
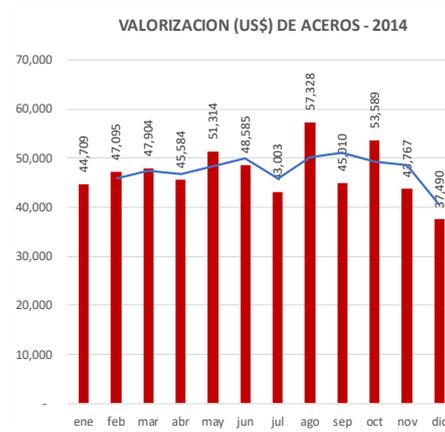
C. Valorización promedio anual

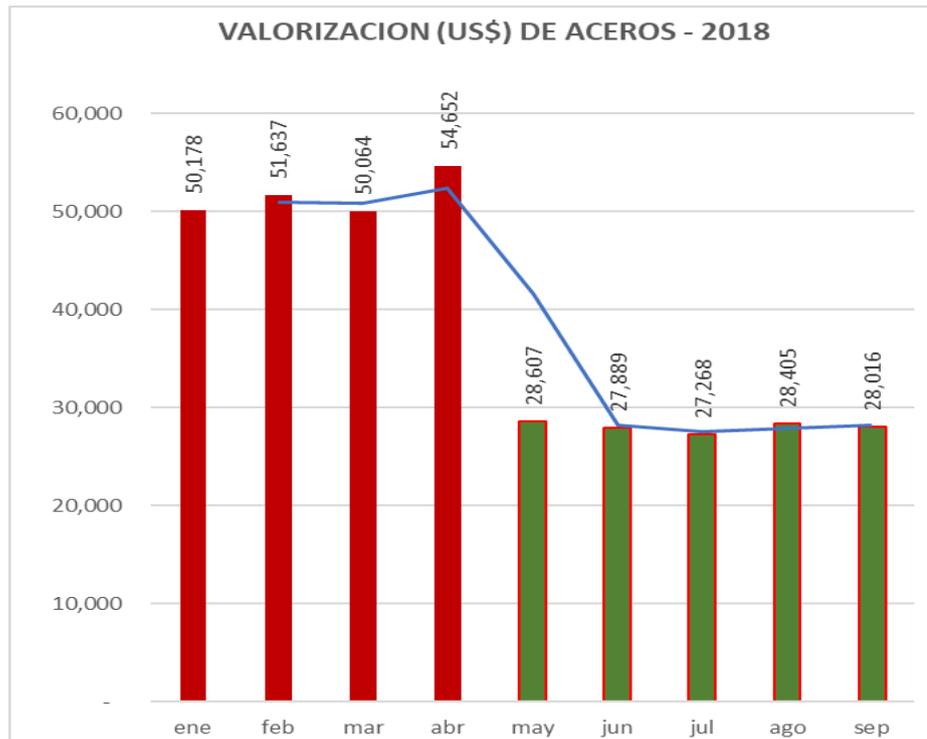


4.2.7. Resultado de valorización de aceros perforación de taladros largos

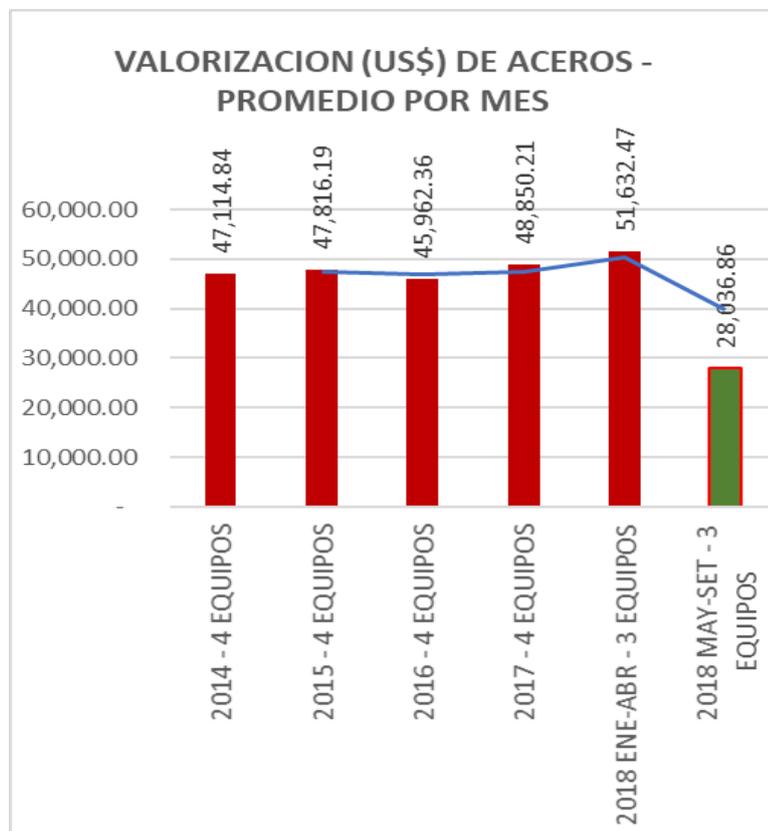
Se muestran resultados de reducción de costos en los últimos meses, que esto sirva como dato histórico para los siguientes meses y no hay que descuidar los controles que se está haciendo, en taladros largos; que es el que mayor costo de aceros presenta en la meses y años anteriores se ha logrado reducir los costos de los aceros de perforación.

A. Valorización mensual





B. Valorización promedio mensual



C. Valorización promedio anual



4.2.8. Reducción de costos en porcentaje

En el cuadro siguiente se puede observar la disminución de costos en porcentaje lo cual viene a ser muy favorable para la empresa, se sacó una diferencia de costos en porcentaje en comparación de los meses de enero a abril 2018 con los meses de mayo a setiembre del 2018 por que en los 4 primeros meses del año 2018 se tuvo la mayor incidencia de consumo de aceros lo cual han elevado los costos de los mismos y si no se aplicaba los controles propuestos durante los meses siguientes a partir del mes de mayo el costo de aceros hubiese seguido siendo igual de elevado, los resultados sobresalen desde que se está aplicando los controles y por otra parte se ha mejorado los trabajos en las operaciones los cuales en los últimos meses en algunas ocasiones

se está cumpliendo la meta de avances y producción de acuerdo al programa mensual lo que anteriormente no se cumplía con los programas, los trabajos de perforación es importante porque es un proceso que permite la continuidad de otros procesos como carguío, voladura y transporte de mineral o desmonte, si este proceso de perforación se ve afectada por tema de aceros u otros factores va influir bastante en cuando a los trabajos continuos que dependen de ello y la operación se verá afectada con resultados al final del mes cuando no se cumpla con lo programado.

Independiente de que hay mejoras en los trabajos de las operaciones, se ha reducido costos importantes, esto se verifica en los estados financieros (ganancias y pérdidas) y estados resultados (cumplimiento de programa mensual) se ve reflejado de manera positiva.

Cuadro en porcentaje de ahorro en costos.

DESCRIPCIÓN	COSTO PROM. ENE-ABR 2018	COSTO PROM. MAY-SET 2018	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE AHORRO
JUMBOS FRONTONEROS	858,055.80	737,365.20	120,690.60	14%
SOSTENIMIENTO	98,190.12	68,449.78	29,740.34	30%
TALADROS LARGOS	619,589.69	336,442.38	283,147.31	46%

4.2.9. Control de brocas de perforación

A partir de mayo a la fecha se está haciendo los seguimientos a las brocas de perforación esto para descartar las brocas que ya no sirven de acuerdo con los parámetros para que no afecten a los demás componentes de las brocas, se descarta las brocas chupadas, que sus insertos estén demasiados gastados (por debajo de que se estipuló para descarte) y los que presentan menor diámetro de la copa de la broca.

El cuadro a continuación es el reporte de control de brocas que se realizó en interior mina el día 7 de julio del 2018 en la guardia día, con los equipos que ya han sido revisados por los mecánicos al inicio de guardia; como se había quedado con los de mantenimiento, con parámetros de presiones correctos de cada equipo y temas mecánicos también correctos, se tiene como resultado la durabilidad de las brocas. Las brocas que ya están chupadas y que están para descarte se les pinta con espray para que ya no se le vuelva a dar a los operadores, pero también todos los aceros que ya están trabajando se tiene un control de vida útil de acuerdo con los metros perforados que están registrado en la base de digitación lo cual se cruza la información tanto de campo como de gabinete esto para saber la calidad de acero que estamos usando. Es de mucha importancia el cruce de información que se tiene en digitación con los que saca de campo de acuerdo con los seguimientos que se hace.

Nv. - LABOR	EQUIPO	BROCA	DIAMETRO EN mm.	ALTURA BOTONES EN mm.	OBSERVACIÓN
Nv. 9A - XC. 497 (PERFORACIÓN)	J-16	1	48.0	2.8	Falta debastar
		2	50.2	3.5	
		3	51.0	5.0	
		4	47.9	2.9	Falta debastar
		5	50.6	4.0	
		6	50.8	4.3	
		7	51.0	5.0	
		8	47.1	2.5	Descartado
Nv. 13 - GAL. 370 N (PERFORACIÓN)	SIMBA 11	1	65.3	4.1	
		2	65.3	4.0	
		3	64.6	3.6	
		4	65.5	3.1	Falta debastar
		5	65.0	3.8	
		6	64.4	3.5	
		7	64.2	3.2	Falta debastar
		8	atascado	atascado	
Nv. 15 - GAL. 300 N (PERFORACIÓN)	SIMBA 10	1	60.5	3.0	
		2	59.5	2.8	Debastado
		3	59.5	3.0	Debastado
		4	59.8	2.5	Debastado
		5	62.0	2.9	Falta debastar
		6	61.5	2.1	Falta debastar
		7	62.8	3.0	
		8	58.6	2.9	Debastado
Nv. 12A - GAL. 470 (PERFORACIÓN)	SIMBA 13	1	63.5	3.0	Falta debastar
		2	65.6	3.6	
		3	64.3	3.0	
		4	64.4	3.2	Falta debastar
		5	63.1	2.8	Falta debastar
		6	60.0	2.6	Descartado
		7	63.0	3.0	
		8	63.2	3.1	
Nv. 14 - GAL. 404 S (SOSTENIMIENTO)	J-14	1	35.8	3.2	
		2	36.9	3.6	
		3	35.7	3.1	
		4	35.9	3.5	
		5	37.8	4.0	
		6	37.1	3.9	
Nv. 4A - GAL. 404 S (PERFORACIÓN)	J-03	1	50.4	3.8	
		2	49.6	3.1	
		3	49.4	3.0	
		4	47.9	2.9	Falta debastar
		5	49.9	3.6	
		6	47.8	2.9	Debastado
		7	49.3	3.0	
		8	50.1	3.9	



Fotografía N° 4.2.9.1 Medición de broca de 64 mm.



*Fotografía N° 4.2.9.2. Descarte de broca
(insertos demasiado chupadas)*



Fotografía N° 4.2.9.3. Equipo J-03 frontonero en zona alta

4.2.10. Resultado de control de metros perforados

Para el control de metros perforados de jumbos frontoneros, sostenimiento y taladros largos se tiene la base de digitación que en ahí se registran todos los reportes de los operadores especificada en el ítem 4.1.4.

En esta base de digitación se tiene la información de los números de taladros perforados, longitud de taladro y en el caso de taladros largos se tiene el metraje realizado durante la guardia, todo estos datos se ingresan todos los días, para saber los metros perforados se ha jalado con el programa Power Query desde la base de digitación en donde nos brinda los metrajes por fecha, por equipo y por descripción

(perforación normal y rimado), esta información de metros perforados que se tiene actualizado todos los días nos sirve para saber la vida útil de los aceros mediante el cruce de información de la base de control de aceros especificada en el ítem 4.1.3. en el cual se tiene la fecha de entrega de los aceros de perforación por equipo como también para cuando los bodegueros soliciten aceros.

Para saber los metros perforados de los aceros de perforación no se tiene que mezclar los aceros en los equipos, si el bodeguero saca los aceros para un determinado equipo dichos aceros tienen que ser solamente para ese equipo y no se debe estar prestando o dando a otro equipo ya que en los reportes que presentan los operadores están por equipo, con esta base se podrá saber desde cuando ha sacado y hasta cuando está durando cada acero.

FECHA	EQUIPO	ACTIVIDAD	ZONA	LABOR	NIVEL	TAL. PERF.	LONG. PERF.	metros perforad.	Tald. RIMADOS	metros rimados
01-Sep-18	BOLTEC - 14	INYECCION DE PERNOS HELICOIDALES	BAJA	GL 235 S	12	40	8	97.536		
01-Sep-18	BOLTEC - 14	PERFORACION DE TALD. SERVICIOS	BAJA	GL 235 S	12	18	8	43.8912		
01-Sep-18	AXERA J-16	PERFORACION DE TALD. SERVICIOS	INTERMEDIA	GL 550	8	30	3	27.432		
01-Sep-18	AXERA J-16	PERFORACION EN DESQUINCHE	INTERMEDIA	GL 719	7	15	10	45.72		
02-Sep-18	AXERA J-3	PERFORACION AVANCE	ALTA	GL 956 SE	4	34	12	124.3584	4	14.6304
02-Sep-18	AXERA J-3	PERFORACION AVANCE	ALTA	GL 956 NW	4	25	8	60.96		
02-Sep-18	AXERA J-3	PERFORACION AVANCE	ALTA	GL 900 NW	4	26	12	95.0976	3	10.9728
02-Sep-18	AXERA J-3	PERFORACION AVANCE	ALTA	XC 861	4A	34	11	113.9952	3	10.0584
04-Sep-18	AXERA J-15	PERFORACION AVANCE	ALTA	GL 956 NW	4	33	12	120.7008	3	10.9728
04-Sep-18	AXERA J-15	PERFORACION AVANCE	ALTA	GL 956 SE	4	33	12	120.7008	3	10.9728
04-Sep-18	AXERA J-15	PERFORACION AVANCE	ALTA	CH 901	4	20	12	73.152		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			1.16		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			3.66		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			4.07		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			4.67		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			22.86		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			23.22		
01-Sep-18	SIMBA 10	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 330	13			23.71		
01-Sep-18	SIMBA 13	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 480	15A			5.24		
01-Sep-18	SIMBA 13	PERFORACION DE TALADROS LARGOS	BAJA	GL 480	15A			22		

Tabla N° 4.2.10.1. Base de datos de metros perforados (Power Query)

Equipo	FECHA	Suma de metros perforados	Suma de metros rimados	
AXERA J-3	04-Set-18	658.37	54.86	
	05-Set-18	429.16	41.45	
	06-Set-18	555.96	62.18	
	07-Set-18	248.72	25.60	
	08-Set-18	160.93	14.63	
	09-Set-18	103.63	12.19	
	10-Set-18	425.50	23.77	
	11-Set-18	490.12	47.55	
	12-Set-18	381.61	31.09	
	13-Set-18	654.41	58.52	
	14-Set-18	501.09	51.21	
	15-Set-18	148.44	10.97	
	16-Set-18	120.70	10.97	
	17-Set-18	463.30	36.58	
	18-Set-18	415.14	31.09	
	19-Set-18	345.64	21.03	
	Total AXERA J-3		6,102.71	533.70

Tabla N° 4.2.10.2. Metros perforados de equipo J-03 frontonero

Equipo	FECHA	Suma de metros perforados	Suma de metros rimados
ROBOT - 20	04-Set-18	273.10	
	05-Set-18	64.62	
	06-Set-18	146.30	
	07-Set-18	168.25	
	10-Set-18	85.34	
	11-Set-18	299.92	
	12-Set-18	229.21	
	13-Set-18	214.58	
	14-Set-18	36.58	
	15-Set-18	214.58	
	16-Set-18	217.02	
	17-Set-18	219.46	
	18-Set-18	197.51	
	Total ROBOT - 20		2,366.47

Tabla N° 4.2.10.3. Metros perf. equipo J-20 emperador - sostenimiento

Equipo	FECHA	Suma de metros perforados	Suma de metros rimados
SIMBA 10	01-Set-18	191.56	
	02-Set-18	107.28	
	03-Set-18	219.50	
	04-Set-18	235.44	
	05-Set-18	163.90	
	06-Set-18	231.11	
	07-Set-18	174.00	
	08-Set-18	134.00	
	09-Set-18	208.40	
	10-Set-18	223.97	
	11-Set-18	375.14	
	12-Set-18	266.86	
	13-Set-18	305.60	
	14-Set-18	159.90	
	15-Set-18	210.92	
Total SIMBA 10		3,207.58	

Tabla N° 4.2.10.4. Metros perforados de equipo simba 10 taladros largos

4.2.11. Resultado y comparativo de rendimientos de aceros de perforación

Se realizó pruebas en campo de rendimiento de los aceros de perforación, de los datos de rendimiento se tenía lo que cada empresa de acero maneja una vida útil de acero teórica y con esa información se trabajaba, entonces para poder corroborar esa información y a la vez saber cómo está resultando los controles aplicados a los aceros de perforación se ha hecho pruebas de rendimientos de los cuales se ha obtenido resultados óptimos de mejoramiento de los rendimientos de cada acero, se ha hecho pruebas tanto de frontoneros, sostenimiento y taladros largos que en algunos casos pasan el 100% de su rendimiento teórico.

Para el rendimiento de los aceros va a depender mucho el tipo de roca y la disponibilidad del equipo esto arrojará un resultado de acuerdo con

la calidad de acero que se está usando, se hizo varias pruebas y en diferentes zonas llegando a la conclusión que se ve en el cuadro.

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO	VIDA UTIL TEORICA (m.)	VIDA UTIL REAL (m.)	VIDA ÚTIL A CONSIDERAR (m.)	RENDIMIENTO (%)
JUMBOS FRONTONEROS - LABORES DE AVANCE	BARRA DE 14'	3,800	3,495.40	3,500	92%
	CUPLIN MIXTO T38XR38	4,000	3,791.60	3,800	95%
	SHANK ADAPTER	4,000	3,806.30	3,800	95%
	BROCA 51mm.	430	411.10	410	96%
	BROCA RIMADORA 4"	430	408.90	410	95%
JUMBOS EMPERNADORES - SOSTENIMIENTO	BARRA TUN R28 8'	2,000	1,812.80	1,800	91%
	SHANK ADAPTER	2,500	2,518.40	2,500	101%
	COUPLING T38 AR R32	2,500	2,522.10	2,500	101%
	BROCA R28 38mm	270	261.50	260	97%
SIMBAS - TALADROS LARGOS	BARRAS T38x5'	450	422.10	420	94%
	SHANK ADAPTER	3,200	3,013.70	3,000	94%
	BROCA RIMADORA 5"	410	403.80	400	98%
	BROCA T38 64 mm	290	274.10	270	95%

4.2.12. Parámetros de vida útil de aceros de perforación y la cantidad de consumo mensual por equipo

Se ha determinado los parámetros de vida útil de cada acero de perforación de acuerdo a las pruebas realizadas en campo los cuales van a ser nuestros estándares de rendimiento, de acuerdo a estos parámetros se les asigna los aceros a cada equipo siempre en cuando haya cumplido con su vida útil y para que cada acero pueda cumplir con su vida útil se tiene que aplicar los controles establecidos, a continuación se muestra los cuadros de cada acero de perforación con sus respectiva vida útil que a partir de ello se ha calculado la cantidad de cada aceros de perforación que debe consumir cada equipo mensualmente, todo ello de acuerdo a los trabajos que realiza.

Cabe mencionar que el cálculo se ha hecho para 25 días trabajados por equipo porque 5 días hacen el mantenimiento programado los cuales el equipo no trabaja.

Se tenía la vida útil de los aceros los cuales eran una información teórica, para lo cual se hizo otra prueba para corroborar dicha información.

A. Parámetros de aceros frontoneros

MATERIAL	V.U. (m)	CONSUMO POR MES	N° TAL.	LONG. PERF.	METROS PERF.	DIAS TRAB.	FRENTES/ GDIA.	GDIAS.
BARRA DE 14'	3,500	4	34	3.65	13,031	25	2	2
CUPLIN MIXTO T38XR38	3,800	3	34	3.65	13,031	25	2	2
SHANK ADAPTER	3,800	3	34	3.65	13,031	25	2	2
BROCA 51mm.	410	32	34	3.65	13,031	25	2	2
BROCA RIMADORA 4"	410	4	4	3.65	1,533	25	2	2

B. Parámetros de aceros de sostenimiento

MATERIAL	V.U. (m)	CONSUMO POR MES	N° TAL.	LONG. PERF.	METROS PERF.	DIAS TRAB.	N° TAL./Hr - (6 Hrs. TRAB.)	GDIAS.
BARRA TUN R28 8'	1,800	4	72	2.05	7,380	25.00	12	2
SHANK ADAPTER	2,500	3	72	2.05	7,380	25.00	12	2
COUPLING T38 AR R32	2,500	3	72	2.05	7,380	25.00	12	2
BROCA R28 38mm	260	28	72	2.05	7,380	25.00	12	2

C. Parámetros de aceros de taladros largos

MATERIAL	V.U. (m)	CONSUMO POR MES	N° TAL.	LONG. BARRA	METROS PERF.	DIAS TRAB.	METROS/ GDIA.	GDIAS.
BARRAS T38x5'	420	18		1.50 m.	7,500	25	150	2
SHANK ADAPTER	3,000	3		1.50 m.	7,500	25	150	2
BROCA RIMADORA 5"	400	1	6	1.50 m.	480	25	150	2
BROCA T38 64 mm	270	28		1.50 m.	7,500	25	150	2

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis general de la investigación

Una vez realizado los estudios y pruebas del proyecto y puesto en marcha el plan de control de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca, se puede probar la validez de la hipótesis de

investigación relativo a los parámetros poblacionales planteada en el inicio del estudio el cual se realiza en función de las variables independientes y variables dependientes.

Para realizar la prueba de hipótesis se va a trabajar con los datos poblacionales y datos de muestra de los equipos frontoneros ya que los demás datos; al igual que los equipos frontoneros, como los de sostenimiento y taladros largos son directamente proporcional en cuanto a su consumo y costo.

4.3.2. Hipótesis nula

Ho: Si se aplica el plan de control de los aceros de perforación dentro de los parámetros de operación, no se podrá optimizar el uso adecuado y con ello la vida útil de cada acero de perforación, entonces se logrará minimizar el consumo y reducir costos en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

4.3.3. Hipótesis alternativa

H1: Si se aplica el plan de control de los aceros de perforación dentro de los parámetros de operación, se podrá optimizar el uso adecuado y con ello la vida útil de cada acero de perforación, entonces se logrará minimizar el consumo y reducir costos en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.

4.3.4. Procedimiento estadístico para probar la hipótesis de investigación

Para poder probar la hipótesis general de investigación del estudio es preciso utilizar herramientas conceptuales de la estadística que serán necesarias para determinar el plan de control de aceros de perforación.

Para el procedimiento estadístico usado, se coge las dos variables ya referidas que aprueban la aplicación del plan de control las cuáles permitirán dar cumplimiento a la hipótesis global del estudio.

4.3.5. Costo mensual promedio de consumo de aceros

En el presente cuadro se muestra el costo promedio mensual de aceros de perforación de equipos frontoneros, en ello se muestra también la media poblacional y la media muestral.

DESCRIPCIÓN	COSTO PROM. ENE-ABR 2018	COSTO PROM. MAY-SET 2018	DIFERENCIA	PORCENTAJE DE AHORRO
JUMBOS FRONTONEROS	71,504.65	61,447.10	10,057.55	14%
SOSTENIMIENTO	8,182.51	5,704.15	2,478.36	30%
TALADROS LARGOS	51,632.47	28,036.86	23,595.61	46%

Media poblacional: $\mu = 71,504.65$

Media muestral: $\bar{x} = 61,447.10$

4.3.6. Desviación estándar

Las medidas del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio son:

Fórmula para hallas la desviación estándar:
$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

N : Número de muestras.

x : Valores

\bar{x} : Promedio de valores

Hallando el promedio de valores \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + \dots + x_n}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{28 + 21 + 22 + 225 + 28}{5}$$

$$\bar{x} = 64.80$$

CONSUMO PROMEDIO POR MES DE EQUIPOS FRONTONEROS			
CONSUMO DE MATERIAL	x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
CONSUMO DE BARRA DE 14'	28	-36.8	1,354.24
CONSUMO DE CUPLING	21	-43.8	1,918.44
CONSUMO DE SHANK ADAPTER	22	-42.8	1,831.84
CONSUMO DE BROCA 51mm.	225	160.2	25,664.04
CONSUMO DE BROCA RIMADORA 4"	28	-36.8	1,354.24
TOTAL	324		32,122.80

Hallando la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{32,122.80}{5-1}} \Rightarrow S = 89.61$$

4.3.7. Nivel de significación

El nivel de significación viene a ser el margen de error, la máxima cantidad de error que se va a aceptar para la presente investigación y con ello probar la hipótesis y dar como válida es de 5%, se trabajará con una confianza del 95%.

4.3.8. Valores críticos

Los valores críticos van a estar en función de la significación, dichos datos nos van a permitir ubicarnos en el intervalo de confianza o región de aceptación.

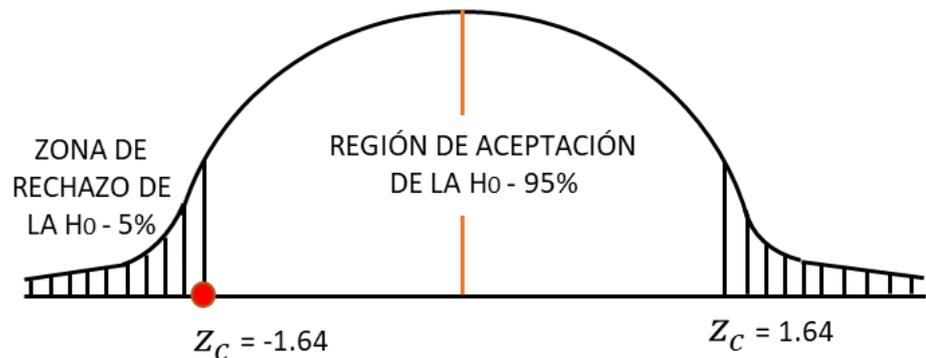
Se trabaja con la T_c ("T" calculado o crítico) o con la Z_c ("Z" calculada o crítica), con la $t_{\alpha/2, n-1}$ cuando se cumple:

T_c $\begin{cases} n < 30; \text{ no cumple porque la muestra "n > 30"} \\ \theta \neq \theta^2; \text{ si cumple porque se conoce la varianza.} \end{cases}$

Para trabajar con la T_c tiene que cumplir con ambos casos sino no, por lo tanto, trabajaremos con la Z_c

Hallando el Z_c :

F_X	Z_c
0.049	-1.65
0.050	
0.051	-1.64



4.3.9. Prueba de validez

Con los datos que se tiene de acuerdo con la investigación ya se puede calcular la prueba de hipótesis y así rechazar la hipótesis nula "Ho" y probar la validez aceptando la hipótesis alternativa "H1".

Ho: $\mu \leq 71,504.65$

H1: $\mu < 71,504.65$

Fórmula para hallar la prueba de hipótesis:

$$z_p = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$Z_p = \frac{61,447.10 - 71,504.65}{\frac{89.61}{\sqrt{324}}} \implies Z_p = -2,020.26$$

4.3.10. Decisión y conclusión

Teniendo la “Z” de prueba Z_p y el valor crítico Z_c donde la Z_p cae en la zona de cola o zona de rechazo porque es menor que el valor crítico Z_c

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula “Ho” y se acepta la hipótesis alternativa “H1” con un nivel de significación del 5%.

4.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos durante la investigación son muy favorables para la Compañía Minera Casapalca los cuales son:

Mediante la aplicación de los controles de perforación se ha logrado la reducción de costos en los aceros de perforación lo cual se ve reflejado en los EE.FF. (estados financieros). Esto es de gran relevancia de acuerdo con el tiempo.

Aplicando el control a los aceros de perforación se tiene un menor consumo de estos desde el mes de mayo del 2018.

Se tiene mayores rendimientos de los aceros y los controles se siguen aplicando hasta la fecha.

Se tiene una mejora continua en el ciclo de las operaciones ya que no se tiene muchos problemas con respecto a los aceros de perforación.

Los Operadores están capacitados y están aptos de afrontar cualquier inconveniente con relación a los trabajos que desarrollan.

Se tiene mayor rendimiento de producción, avance y sostenimiento ya que los equipos de perforación están trabajando continuamente.

Hay menos horas de paradas de equipos, menores demoras operativas (así lo demuestran los reportes y los cumplimientos) anteriormente se tenía paradas de equipos por problemas de aceros los cuales afectaba a la operación ya que no se podían sacar lo que se programaba diariamente.

CONCLUSIONES

La Compañía Minera Casapalca quien explora, prepara, desarrolla y explota minerales polimetálicos, hoy en día se tiene una mejora en sus procesos específicamente en perforación y voladura y todo aquello que está relacionado a dichos procesos, desde que se ha aplicado los controles de aceros de perforación se tiene resultados favorables para la Empresa tanto en costos como en los procesos diarios, los rendimientos de los aceros tanto de las brocas, barras shank y coupling (vida útil) es mayor que antes por ende el costo es menor, la aplicación de estos controles son diarios hasta la fecha, ellos nos permite saber con mayor detalle todos los estatus de los aceros de perforación y como también de los equipos si falla alguno de los controles es cuando se tiene mayor problema en lo habitual se procura no tener estos descontroles para eso la supervisión tiene que estar controlando e informando los trabajos de control.

La Empresa anteriormente invertía una fuerte suma de dinero en adquisición de aceros de perforación por el alto consumo de estos (se muestran en las tablas presentadas anteriormente), aplicando estos controles se tuvo una disminución de consumo de aceros y con ello se ha disminuido los costos de perforación que es favorable para la empresa y se ha mejorado los trabajos en las operaciones con menos horas muertas o menos tiempos improductivos.

El área de mayor deficiencia (problemas con los controles de aceros) y mayor consumo de aceros era de taladros largos (una columna completa llegaba a costar hasta US\$. 6,000.00) todo ello por los problemas que en su momento presentaban, con la aplicación de los controles hoy en día se tiene un menor consumo de aceros de taladros largos.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con los controles de aceros de perforación y no descuidar dichos controles porque se estaría volviendo a reincidir los mismos errores y con ello los mismos problemas tenidos anteriormente.
2. Crear un sistema de digitación en donde se pueda ingresar los datos de operaciones en específico los de perforación y que esto nos genere automáticamente y nos proporcione los datos que queramos comparar como los de metros perforados, hoy en día este control se realiza con el programa Excel el cual es un poco tedioso hacer las comparaciones con Power Query y se pone pesado el programa.
3. Continuar con las capacitaciones in situ a los Operadores acerca de cómo operar los equipos frontoneros, empernadores y de taladros largos, y como también las capacitaciones in situ del cuidado de los aceros de perforación, enfocado en las rocas hembra y macho de las barras de perforación.
4. Se recomienda el empleo de grasa a base de partículas de cobre para sistemas de roto percusión/acoples/rosca para evitar el astillamiento de las roscas por mala percusión y por el mismo trabajo de fricción que se genera cuando se perfora.
5. Afilado oportuno de las brocas de perforación, para lograr un óptimo rendimiento, así como una mejor velocidad de avance en la perforación, debiendo para esto administrar las máquinas afiladoras, sus repuestos de mantenimiento preventivo y correctivos, además de los insumos de afilado.
6. Verificar en almacén los lotes de aceros que llegan desde Lima, verificar si las barras y shank llegan flexadas (torcidas) y otros aspectos de calidad desfavorable para los equipos y operaciones, ya que si se trabaja con esos tipos de aceros (en mal estado desde fábrica) se va a tener problemas.
7. Se le sugiere al área de mantenimiento la evaluación de todos los equipos y realizar la reparación respectiva, para no tener los diferentes impactos de roturas

prematuras de los aceros de perforación donde nos genera altos consumo de aceros y eleva nuestro costo de metros perforados.

BIBLIOGRAFÍA

- Jáuregui, O. (2009). Reducción de los costos operativos en mina (tesis).
- Sandvik mining and construcción (2013). Perforación con martillo de fondo (DTH) Sandvik RH550.
- Chirinos M. (2015). "control de aceros de perforación k-115 jjc contratistas generales s.a. sociedad minera cerro verde" (tesis).
- Manual de Aceros de Perforación – Atlas Copco.
- Manual de Aceros de Perforación – Boart Longyear.
- Aceros de Perforación – RESEMIN.
- FALLAS DE ACEROS DE PERFORACIÓN – MAQUINARIA PESADA.
- BARRAS DE PERFORACION Y BROCAS – BOART LONGYEAR PDF.
- Optimización de aceros de perforación – CETEMIN 2013.
- Perforación y voladura de rocas en minería – José Bernaola Alanso - MADRID 2013.
- ROBIT ROCKTOOLS PRODUCT CATALOGUE – 2016
- Compañía Minera Casapalca S.A. – Información brindada de trabajos realizados.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (2010) Manual de Perforación y Voladura de Rocas.
- Mota Enrique (2009), perforación y tronadura 2009, Universidad de Chile.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
Título: Control de aceros de perforación de jumbos para su optimización y reducción de costos en la Compañía Minera Casapalca S.A.				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	I. de variables	
¿Cómo evitar el elevado consumo de aceros de perforación con consecuencia de mayores costos y minimizar demoras operacionales en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima?	Implementar un Control adecuado en el uso de aceros, que involucra todo el trabajo de perforación para reducir el consumo elevado en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.	Si se aplica el plan de control de aceros de perforación dentro de los parámetros de operación, se podrá optimizar el uso adecuado y con ello la vida útil de cada acero, entonces se logrará minimizar el consumo y reducir costos en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.	Plan estratégico de control de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”.	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de aceros - Altos costos - Control de aceros - Perforación - Reducción de costos

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. e indicadores	
<p>1. ¿Cómo se realizará el control eficiente dentro de las operaciones diaria para optimizar, minimizando el consumo excesivo?</p> <p>2. ¿Qué clase de control se ejecutará dentro de las operaciones, para poder minimizar el consumo de aceros y evitar costos elevados de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima?</p>	<p>1. Analizar las causas principales que generan el elevado consumo de aceros de perforación y plantear acciones de mejora en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.</p> <p>2. Se va a elaborar formato que se entregará al operador donde se detallan los números de taladros, longitud de perforación, el control de los aceros de según el tipo de perforación</p>	<p>Si se dispone con los parámetros de perforación dentro de las operaciones, entonces podemos elaborar el plan adecuado de control de los aceros de perforación para evitar mayores consumos y reducir los costos en la adquisición de dichos aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima.</p>	<p>Minimizar el consumo y costos de aceros de perforación en la Compañía Minera Casapalca S.A. – Huarochirí – Lima”. Los trabajadores y materiales involucrados en el proyecto con cultura organizacional</p>	

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos de la presente investigación son los que se han usado de acuerdo a las datos que se querían obtener para ser analizados y comparados y posteriormente dar solución al problema propuesto, los cuales están evidenciadas su uso con fotografías como también se usaron instrumentos que corresponden a: tablas, gráficos, reportes de operaciones, computadora, libretas de campo y aparatos diversos que son exclusivos para la toma de datos específicos para estos trabajos, toma de tiempo de perforación por cada accesorio, se recopilaron datos históricos de consumo de aceros los cuales nos ha servido para la comparación con los resultados obtenidos luego de aplicar los controles, cuadros comparativos de trabajo, mediciones de aceros con Vernier, manómetro para tomas de presiones del equipo, tacómetro, seguimiento a equipos de perforación (estado de los equipos), planos y mallas de perforación que eran del proyecto de la labor, plano geológico, informes de atascamiento, rompimiento y pérdidas de aceros, plano de geología regional, plano geomecánico (plano RMR, plano GSI), fotografías, pruebas de aceros, datos de afilados y devastados de brocas, observación de la destreza de los operadores, datos recopilados de los diseños de los aceros de perforación, capacitaciones al personal etc. Utilizando todos los instrumentos de recolección de datos se ha logrado reunir informaciones valiosas para dar solución al problema, los cuales han sido recopilados como resultado de las observaciones y pruebas realizadas durante toda la investigación.

Todos los instrumentos usados están evidenciados en la estructura de la investigación.



Fotografía N° 1. Perforación de taladros negativos



Fotografía N° 2. brocas de 64 mm. Devastado



Fotografía N° 3. broca de 64 mm. Con inserto desprendido



Fotografía N° 4. barras de 5 pies rotas en el inicio de la barra



Fotografía N° 5. barra de 14 pies rota en los hilos



Fotografía N° 6. descarte prematuro de broca de 64 mm.



Fotografía N° 7. broca rimadora de 102 mm. (frontonero)



Fotografía N° 8. Broca de 64 mm. Rota en el faldón



Fotografía N° 9. Broca de 38 mm. (sostenimiento) salido sus insertos



Fotografía N° 10. copas de afilado de brocas



Fotografía N° 11. desgaste prematuro de los hilos de las barras de 5 pies



Fotografía N° 12. brocas frontoneros con desprendimiento de sus insertos



Fotografía N° 13. presiones del equipo de taladros largos



Fotografía N° 14. equipo frontonero Boomer – perforando en una galería