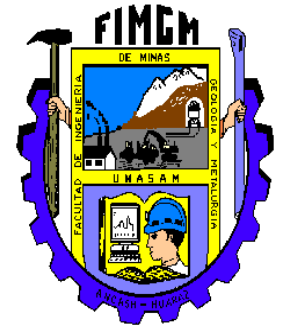




UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGIA Y METALURGIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

**OPTIMIZACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE OPERACIÓN
DE LA FLOTA DE SCOOPTRAMS PARA REDUCIR LOS
COSTOS DE EXPLOTACIÓN EN LA MINA ATACUCHA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

Bach.: CALDERON LAZO, Jaime Antonio

Asesores: Dr. RAMOS AQUIÑO Flavio Augusto

Dr. QUIÑONES POMA Juan Roger

HUARAZ – PERÚ

2017

Dedicatoria

Mi tesis lo dedico a ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa. Gracias a mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional en estos años de estudio.

Agradecimiento

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia porque a pesar de estar casi siempre lejos de ellos físicamente, sé que procuran mi bienestar, el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

De igual manera mi más sincero agradecimiento a la grandiosa FIMGM y a todos los Ingenieros a quienes le debo los conocimientos adquiridos.

Jaime Antonio

Resumen

La presente tesis, tiene como objetivo exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las operaciones unitarias de limpieza de la flota de scooptrams en la mina Atacocha, y de esta manera logra un ahorro sustancial al final de cada año. Para ello se debe de tener implementado un sistema de control y medición exhaustiva de las operaciones de limpieza en base a una buena supervisión y capacitación continua sobre los estándares óptimos de trabajo en la explotación minera subterránea.

La implementación y aplicación continua de estos estándares de trabajo aseguran una operación económicamente más rentable, permiten tener un orden y estandarización de las operaciones e intensifica la seguridad en los trabajos. Sumándose a ello un "cambio" y compromiso del personal por mejorar el desempeño de su trabajo.¹

La presente investigación nace de la necesidad natural del ahorro esto debido a que la mina se está profundizándose y la calidad y cantidad de mineral ya no es la misma además hay veces que se descuida el sistema de producción con calidad, hecho que hace necesario la optimización de la operación de la flota de scooptrams. Primero en base a una buena supervisión y capacitación de los operadores de scooptrams. Luego revisar y cumplir los estándares operaciones de los scooptrams.

Palabras claves

Optimización, estándares de operación, scooptrams, reducir, costos, explotación, mina Atacocha.

¹ GUERRERO TADEO, Esteban Fredy, (2012). Tesis Optimización de los estándares de perforación y voladura de rocas para reducir los costos operativos en labores mineras subterráneas UNASAM-FIMGM.

Introducción

La presente investigación tiene por objetivo principal de optimización de los estándares de operación de la flota de scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha. La Compañía Minera Atacocha es considerada una empresa minera dentro de la mediana minería porque su producción actual es inferior a medio millón de toneladas/año. Emplea actualmente un método de producción subterránea para la extracción de mineral polimetálico. Luego de varios años de producción está enfrentando una disminución natural de las reservas, lo que conlleva a revisar su estado actual para agregar nuevos proyectos como los de optimización de los estándares de producción.

La tesis está compuesta por la dedicatoria; el agradecimiento, el resumen, las palabras claves, la introducción y el índice.

En el Capítulo I, sobre el entorno físico con la ubicación y acceso, la topografía, el clima y vegetación y la historia, seguido con el entorno geológico con la geología regional, la geología local, la geología económica, la génesis y el zoneamiento y los controles de la mineralización.

El Capítulo II trata sobre la fundamentación con el marco teórico, los antecedentes de la investigación, la fundamentación teórica y la definición de términos.

El Capítulo III trata la Metodología con el problema, la descripción de la realidad, la identificación y selección del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación, la hipótesis, las variables y el diseño de la investigación.

El Capítulo IV trata sobre los resultados de la investigación, con la descripción de la realidad y procesamiento de dato, Análisis e interpretación de la información, la prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

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

Índice

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento	3
Resumen	4
Introducción.....	5
CAPITULO I.....	10
GENERALIDADES.....	10
1.1 <i>Entorno Físico.</i>	10
1.1.1. Ubicación y acceso.	10
1.1.2. Topografía.	11
1.1.3. Clima y vegetación.	12
1.1.4. Historia.	12
1.2 <i>Entorno Geológico.</i>	13
1.2.1. <i>Geología regional.</i>	13
1.2.1.1. Estratigrafía.	13
1.2.1.2. Rocas intrusivas.	14
1.2.2. Geología local.	17
1.2.3. Geología económica.....	18
1.2.3.1.Origen y tipo de yacimiento.	18
1.2.3.2.Mineralogía.....	18
1.2.3.3.Génesis y zoneamiento.	19
1.2.3.4.Controles de mineralización.	20
CAPITULO II.....	22
FUNDAMENTACIÓN	22
2.1. <i>Marco Teórico.</i>	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.2. Fundamentación teórica.	25
2.2.1. Optimización de recursos.	25
2.2.2. Tipos de mantenimiento.	27

2.2.3. Mantenimiento de un sccoptrams.	40
2.2.4. Costo.	42
2.2.5. Costo de oportunidad.	42
2.2.6. Vida económica.	43
2.2.7. Costos financieros.	43
2.3. Definición de Términos.	44
CAPITULO III	48
METODOLOGÍA.....	48
1.1. <i>El Problema.</i>	48
3.1.1. Descripción de la realidad.....	48
3.1.2. Identificación y selección del problema.	49
3.1.3. Formulación del Problema.	49
3.1.4. Objetivos de la investigación.	49
3.1.5. Justificación.	50
1.2. <i>Hipótesis</i>	50
1.3. <i>Variables.</i>	51
1.4. <i>Diseño de la investigación</i>	51
1.4.1. Tipo de investigación.....	51
1.4.2. Nivel de la investigación.....	51
1.4.3. Método.....	51
1.4.4. Población y muestra.....	51
CAPITULO IV	53
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	53
4.1 <i>Descripción de la realidad y procesamiento de datos.</i>	53
4.2 <i>Análisis e interpretación de la información.</i>	54
4.3 <i>Prueba de hipótesis</i>	79
4.4 <i>Discusión de resultados</i>	79
4.5. <i>Contrastación de la hipótesis.</i>	83
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES	85

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	87
ANEXO N° 01: Matriz de consistencias.....	88
ANEXO N° 02: Estándar para la limpieza de labores con Scooptrams diesel.....	89

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Entorno Físico.

1.1.1. Ubicación y acceso.²

La unidad minera Atacocha está ubicada en el flanco oriental de la Cordillera de los Andes, en el paraje de Atacocha, distrito de San Francisco de Yarusyacán, provincia de Pasco, Departamento de Pasco.

Atacocha es un yacimiento ubicado a 15 km. al noreste de la ciudad de Cerro de Pasco, a una altitud media de 4,050 msnm. La planta concentradora de Chicrín está a una altitud de 3,600 msnm y es accesible por la carretera central Lima-Huánuco altura del kilómetro 324.

El acceso a la mina Atacocha desde Chicrín, es una trocha carrozable de 7 km. de longitud que cubre un desnivel de 450 metros, (ver figura N° 1.1).

² Gerencia de planeamiento Mina Atacocha

Figura N° 1.1.: Ubicación de la Mina Atacocha



Fuente: Kallpa SAB, Atacocha

1.1.2. Topografía.³

En el área de influencia del emplazamiento minero, existen hasta tres zonas morfológicas muy distintas entre sí, la superficie Puna, la zona cordillerana y la zona de valles peri glaciales.

El relieve es accidentado, con valles profundos, de gran longitud, pero de ancho reducido y con vertientes de fuerte inclinación. El relieve, se encuentra interrumpido por algunos cauces de ríos de pendientes moderadas y algunos picos dispersos. Los valles principales tienen una inclinación generalizada de Sur a Norte, convergiendo hacia ellos los valles afluentes.

La topografía, se caracteriza por relieves fuertemente ascendentes, que llegan hasta los 4,500msnm de altitud. El área de estudio, posee desniveles

³ GUERRERO TADEO, Esteban Fredy, (2012). Tesis Optimización de los estándares de perforación y voladura de rocas para reducir los costos operativos en labores mineras subterráneas UNASAM-FIMGM.

topográficos progresivos, que varían de 200 a más de 400 metros; los cuales condicionan el desarrollo de laderas con pendientes muy variables, que van desde planicies (20° a 40°), ubicadas al fondo de la quebrada, hasta laderas escarpadas, ubicadas en las partes altas.

El área en estudio, se encuentra rodeada por el río Tingo hacia el Oeste y por el río Huallaga hacia el Este, limitando por el Norte con la comunidad minera de Cerro de Pasco. El pico más alto de la zona es el Pumaratanga, el cual, tiene una elevación de 4,560 msnm. A lo largo del cañón del río Huallaga, sus flancos presentan taludes de hasta 60° y 70°.

1.1.3. Clima y vegetación.⁴

El clima de Atacocha, es típico de la sierra central del Perú. Tiene un clima de puna, frío y seco durante todo el año, con una estación lluviosa que, ocurre entre diciembre y abril. Existen 5 especies de flora que se encuentran listadas en el borrador de especies de flora amenazada del INRENA, como es el caso de *Chuquiraga spinosa*, con estado de conservación vulnerable, *Cantua buxifolia*, con estado de conservación vulnerable, *Polylepis* spp., con estado de conservación, desde peligro crítico en peligro y vulnerable, *Buddleia incana*, con estado de conservación, en peligro crítico, *Myrosmodes* sp., con estado de conservación casi amenazada.

1.1.4. Historia.⁵

Compañía Minera Atacocha S.A.A ("Atacocha" o "la Compañía") fue constituida en febrero de 1936, con el fin de desarrollar actividades de

⁴ Ibid., p.14-15.

⁵ <https://es.slideshare.net/neillrivasromero/compania-minera-milpo-atacocha>.

exploración y explotación de yacimientos mineros de su propiedad o arrendados, para producir concentrados de plomo, zinc y cobre.

Actualmente la Unidad Minera Atacocha es la única en operación, con una capacidad de 4,400 tpd a diciembre de 2012. La Compañía se encuentra clasificada como una empresa de mediana minería, ubicándose hasta diciembre de 2012 en la quinta posición dentro de los productores locales de zinc. Desde noviembre del 2008 forma parte del Grupo Milpo, como subsidiaria indirecta de Compañía Minera Milpo S.A.A., la cual posee 88.19% de las acciones representativas con derecho a voto (a través de Milpo Andina Perú S.A.C.) de la empresa, la cual forma a su vez parte del importante grupo empresarial brasileño Votorantim

1.2 Entorno Geológico.

1.2.1. Geología regional.⁶

El área está constituida por la facie sedimentaria de la Cuenca Occidental Peruana con unidades rocosas cuyas edades van desde el Pérmico hasta el Cretáceo, en forma muy localizada se hallan las rocas intrusivas en forma de rocas plutónicas e hipabisales.

1.2.1.1. Estratigrafía.⁷

Las unidades estratigráficas y rocas intrusivas están cubiertas por depósitos cuaternarios de diferente naturaleza, origen y composición. A continuación se describen las características generales de las unidades litológicas.

⁶ Ibid.,p.11.

⁷ Ibid.,p.11.

- **GRUPO MITU (Ps-m).**⁸ Esta unidad aflora al este de las quebradas Quiparagra y Pariamarca, está constituida por areniscas con conglomerados polimícticos, en estratos con espesores medios a gruesos, con estratificación cruzada a sesgada, con niveles de arenisca fina y conglomerados, generalmente de color rojo ladrillo a púrpura, que se halla discordantemente debajo de las calizas del Grupo Pucará. Pertenece al Pérmico.
- **FORMACIÓN CHAMBARÁ (Tr-ch).**⁹ Estas rocas forma parte del Grupo Pucará que constituye la estructura principal de la cuenca alta del río Huallaga; está constituida por calizas masivas, de grano fino, de color gris algo azulino en estado inalterado y color gris marrón en estado intemperizado, esta unidad contiene chert de formas irregulares, en algunos sitios son bituminosos, eventualmente se observan calizas dolomíticas con margas y lutitas; el contacto con las rocas del Grupo Mitu es discordante. En la margen izquierda del valle del río Huallaga, a la altura de Chicrín, están escarpados por el buzamiento de los estratos plegados. Se formó en el Triásico superior.
- **FORMACIÓN CASAPALCA (KP-ca).**¹⁰ Está constituida por las capas rojas, consistentes en areniscas con conglomerados, de colores rojizos, con niveles de caliza gris blanquecinas; en el área aflora predominantemente en la margen derecha del valle del río Huallaga, desde las inmediaciones de la quebrada Pariamarca hasta antes de la quebrada Tielacayán, donde forma un anticlinal. Se formó en el Cretáceo superior.

⁸ Ibid.,p.11.

⁹ Ibid.,p.11.

¹⁰ Ibid.,p.11.

1.2.1.2. Rocas intrusivas.¹¹

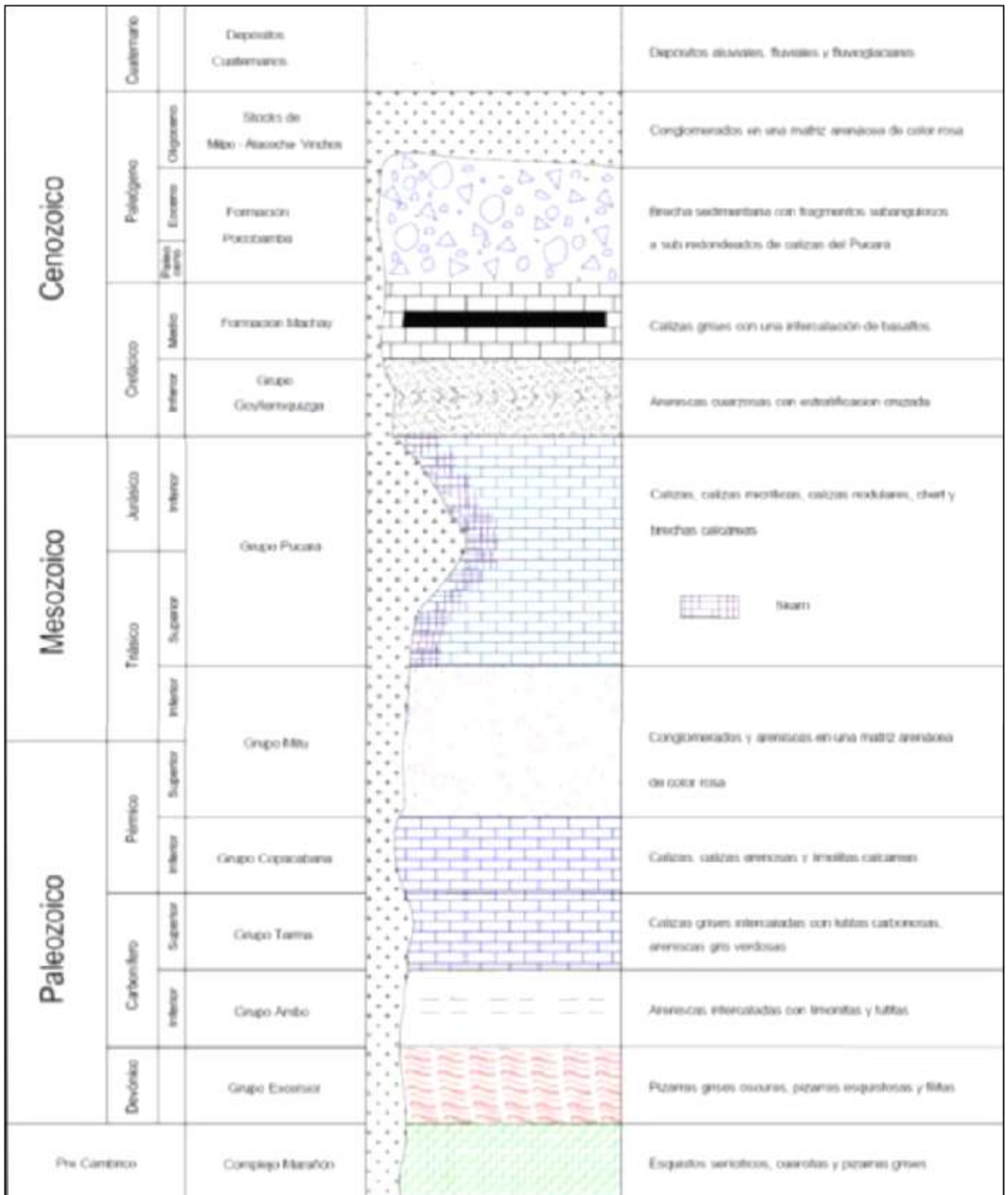
En la zona alta de la Cordillera Oriental y en el área de reconocimiento afloran rocas intrusivas menores de características hipabisales relacionadas a yacimientos hidrotermales que se distribuyen irregularmente en el área, como rocas dioritas, estas rocas en el área de la mina Atacocha aflora en las áreas de Santa Bárbara y San Gerardo, en estos lugares su composición varía a monzogranitos, dioritas y dioritas, la ocurrencia de estas rocas están relacionadas con la presencia de la falla Atacocha - Milpo. Estas mismas rocas en forma de un gran diquesill que se proyecta en forma algo paralela a las formaciones sedimentarias en el valle del río Huallaga, desde las inmediaciones de Yanapampa en la margen izquierda del valle, luego cruza el río después de Chicrín para continuar en la margen derecha hasta después de Cajamarquilla.

Los intrusivos se emplazaron en el Neógeno.

Se presenta a continuación la columna estratigráfica del yacimiento minero de Atacocha, (ver figura N° 1.2)

¹¹ Ibid.,p.11.

Figura N° 1.2.: Columna geológica del cinturón Milpo - Atacocha



Fuente: <https://es.slideshare.net/neillrivasromero/compaa-minera-milpo-atacocha>.

1.2.2. Geología local.¹²

El yacimiento se encuentra dividido en 4 zonas importantes (ver figura N° 1.3):

- Zona Curiajasha, en actual exploración búsqueda cuerpos distales y de contacto
- Zona Atacocha, los cuerpos mineralizados son distales con mineralización de Pb, Zn, Cu y Ag, y los de contacto tienen mineralización de Zn y Cu
- Zona San Gerardo, mineralización distal de Pb, Ag, Zn que se manifiesta como vetas y brechas
- Zona Santa Bárbara, mineralización de contacto con Zn y Cu, los cuerpos se encuentran en la aureola del stock dacítico

Figura N° 1.3.: Modelo en sección del yacimiento Atacocha



Fuente: <https://es.slideshare.net/neillrivasromero/comppa-minera-milpo-atacocha>.

¹² Ibid., p.103.

1.2.3. Geología económica.¹³

1.2.3.1. Origen y tipo de yacimiento.¹⁴

Los depósitos de Mineral de Atacocha son de tres tipos:

- **Cuerpos de relleno y reemplazamiento;** Característico en la zona Atacocha donde se ubican los cuerpos mineralizados más importantes como los ore bodies 13, 15 y el ore bodie 17 que está entre atacocha y Santa Bárbara.
- **Cuerpos metasomáticos de contacto;** Corresponde a la unidad Santa Bárbara, cuya mineralización se emplaza en el contacto de la aureola de skarn con el mármol, en el flanco Oeste del intrusito Ayarragrán.

De norte a sur estos cuerpos mineralizados son: Cristina Norte, Anita, Cristina, Santa Bárbara Norte, Santa Bárbara Sur, Pradera, Vasconia y Manuel, siendo el más importante el ore bodie Santa Bárbara Norte que tiene una corrida horizontal de 180m.

Profundiza más de 700m. Con un buzamiento de 70°W y una potencia media de 12m.

- **Vetas o filones.** Característico de la parte superior de la zona Atacocha entre el intrusivo y la arenisca vetas y filones que fueron trabajados en los años cincuenta y sesenta.

1.2.3.2. Mineralogía.

Minerales de Mena.

Esfalerita : SZn.

Chalcopyrita : S2FeCu.

Galena : SPb.

¹³ HUAYTA DÁVALOS, Isaac Jorge, (2006). Tesis Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en Atacocha, UNI - Facultad de ingeniería geológica minera y metalúrgica, sección de pos grado.

¹⁴ Ibid.,p.11.

Argentita : $S_{Ag}2$.
Tetraedrita : $S_{13}Sb_4(Cu,Ag,Fe,Zn)_{12}$
Oro : Au (Soluciones Sólidas en sulfuros).

Minerales de Ganga.

Pirita : S_2Fe .
Calcita : CO_3Ca .
Wollastonita : SiO_3Ca .
Rodocrosita : CO_3Mn .
Rejalgar : SAs .
Granates : $(SiO_4)_3Fe$.

1.2.3.3. Génesis y zoneamiento.¹⁵

El yacimiento de Atacocha es de origen hidrotermal epigenético por las consideraciones siguientes:

- Ocurrencia de reemplazamiento metasomático y metasomatismo de contacto, donde las condiciones fueron favorables.
- Un zoneamiento bien definido que presentan las estructuras mineralizadas del yacimiento.
- Notoria crustificación de minerales y orientación de cristales indicando que hubo circulación de fluidos.
- Las evidencias de que se produjo relleno de fluidos mineralizantes en las zonas permeables.
- La relación que guardan las zonas mineralizadas con las estructuras.
- Las asociaciones paragenéticas de la mineralización nos indican que se trata de un yacimiento formado en condiciones de temperatura Leptotermal superior (Mesotermal).

¹⁵ Ibid.,p.37.

- Secuencia paragenética del yacimiento: Cuarzo-arsenopirita-calcopirita- esfalerita-galena-tetraedrita y tenantita-geocranita-fluorita-calcita-rejalgar- oropimente.
- Es posible que en la etapa final de mineralización, en la unidad Santa Bárbara se habrían depositado minerales de ganga en la siguiente secuencia: Calcita- rodocrosita-marcasita-arsenopirita-aragonito.

1.2.3.4. Controles de mineralización.¹⁶

En la unidad Atacocha el control estructural es evidente, ya que el mineral se ha depositado en las fracturas de cizalla y de tensión; en menor grado en las de compresión. Igualmente es notorio que los fluidos se han introducido por los contactos litológicos rellenando las zonas permeables y dando lugar a un reemplazamiento metasomático condicionado a la receptividad de la roca huésped.

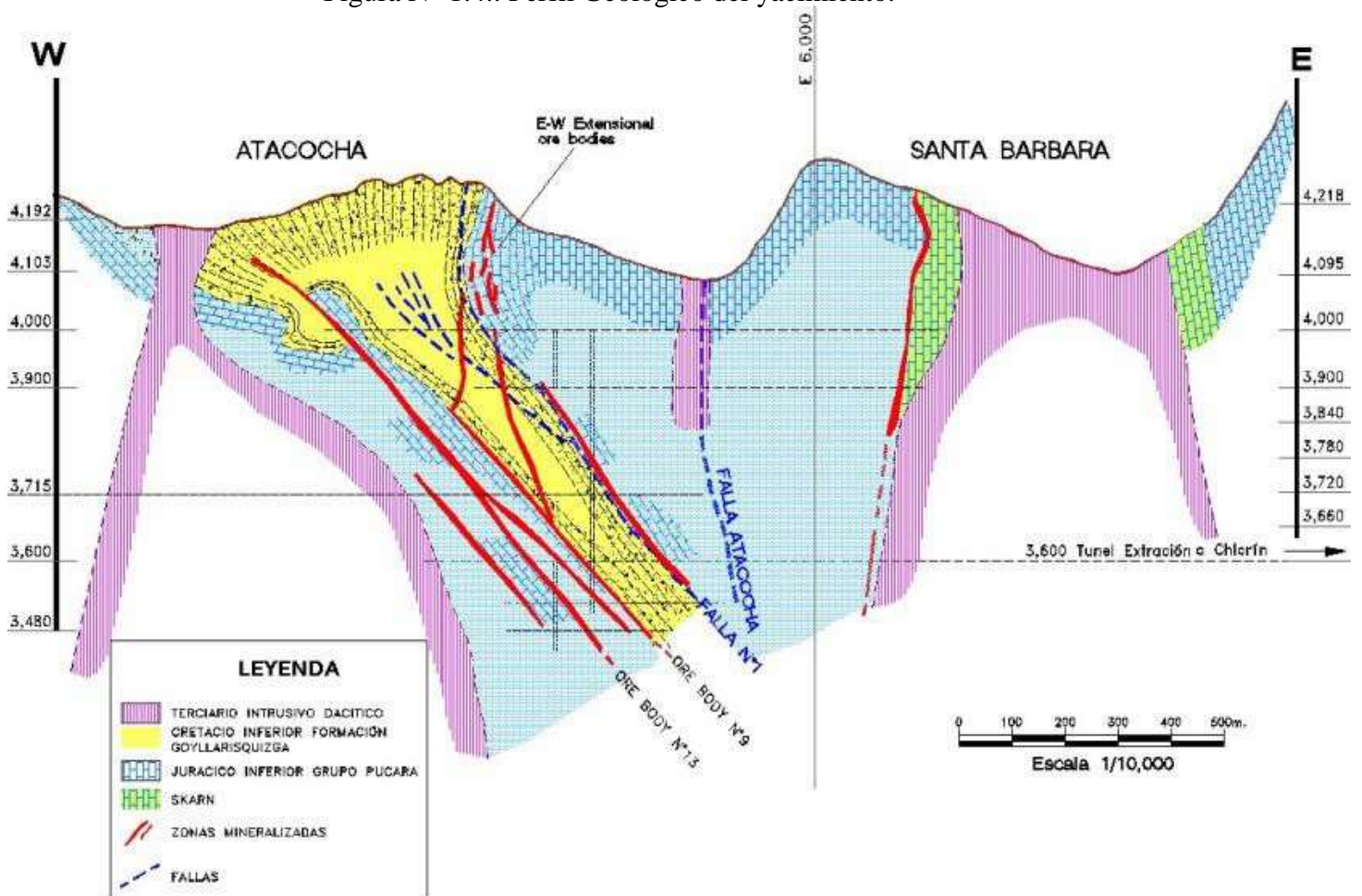
La falla N°1 constituye uno de los controles de la mineralización más importantes en el yacimiento. Es una falla inversa en la cual las calizas del Grupo Pucará se han sobre-escurrido sobre las areniscas cuarzosas de la formación Goyllar.

En algunas estructuras mineralizadas el control lo constituyen los contactos litológicos entre las rocas del Pucará y del Goyllar.

Conviene remarcar que en el caso de los cuerpos mineralizados de Santa Bárbara, el control es de tipo litológico, ya que se ubican en la “línea de mármol”, que marca el cambio del exoskarn a la caliza marmolizada, aproximadamente a unos 50m. al oeste del contacto de las calizas con la roca ígnea, (ver Figura N° 1.4)

¹⁶ Ibid.,p.38-39.

Figura N° 1.4.: Perfil Geológico del yacimiento.



Fuente: HUAYTA DÁVALOS, Isaac Jorge.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Marco Teórico.

2.1. Antecedentes de la investigación

En la tesis **“ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE UNA FLOTA DE SCOOPTRAMS EN UNA MINA SUBTERRÁNEA”**¹⁷ Sustentado el año 2009 por: Ismael, ALVA ALVA, para optar el título profesional Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional de Ingeniería – UNI Facultad de Ingeniería Mecánica.

En la tesis se concluye que:

1. La aplicación del método actual no optimiza el costo operativo de la flota. En este caso, el 75 % de los scooptrams de la flota resultante propuesta por su aplicación, repotenciados, tendrían un costo

¹⁷ ALVA ALVA, Ismael, (2009). Tesis Estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea, UNI - Facultad de ingeniería mecánica.

- operativo mayor al costo óptimo de un equipo similar nuevo disponible en el mercado.
2. La aplicación del método propuesto optimiza el costo operativo de la flota, porque el 100 % de los scooptrams de la flota tiene un menor costo operativo que cualquier otro equipo similar disponible en el mercado.
 3. La permanencia de un equipo nuevo en la flota debe ser de tres años. La evaluación económica y financiera muestra que el costo anual uniforme equivalente para un periodo de tres años es menor que para un periodo de seis años. Esto debido a que en los seis años, la depreciación acumulada reduce casi en 50% el valor de recuperación del equipo y esto influye en el flujo de caja.
 4. La aplicación del método actual tiene poca influencia sobre el Programa de Mantenimiento actual y sus costos. El actual programa de mantenimiento aplicado a la flota es correcto porque sigue todas las recomendaciones de los fabricantes. Su poca influencia del método se debe a que antes y después de la repotenciación y reemplazo de equipo el programa de mantenimiento se aplica a una flota de equipos de diferentes marcas y modelos con motores de potencia también diferentes.
 5. La aplicación del método propuesto requiere de un nuevo programa de mantenimiento y su aplicación tiene ventajas técnicas y económicas. El requerimiento de un nuevo programa de Mantenimiento resulta del hecho que en la flota actual es de la marca y modelo de los equipos de reemplazo acorde con las recomendaciones del fabricante de los

nuevos equipos. Las ventajas técnicas y económicas resultan de tener una flota estandarizada con scooptrams de una sola marca y dos modelos. La necesidad de dos modelos se debe a que se necesitan scooptrams de dos capacidades diferentes.

6. De acuerdo al análisis costo/beneficio realizado para la adquisición de scooptrams de 2,2 yd³, es más rentable la adquisición de un Scoop SINOME ACY-2 frente a un Scoop WAGNER ST-2G o un Scoop TAMROCK LH203.
7. De acuerdo al análisis costo/beneficio realizado para la adquisición de scooptrams de 1,5 yd³, es más rentable la adquisición de un Scoop SINOME ACY-10 frente a un Scoop TAMROCK LH202.
8. La aplicación del método propuesto requiere de una inversión que es aproximadamente un 50 % mayor que la que corresponde a aplicación del método actual. En el primer caso la inversión es de US\$ 2 275 000, en el segundo caso es de solo US\$ 1 505 000.
9. La aplicación del método propuesto reduce el costo operativo de la flota, en 1 801 858 US\$/año, con respecto al costo que resulta de la aplicación del método actual.
10. La inversión adicional requerida por aplicar el método propuesto tiene una relación B/C mayor a 5 que la hace muy competitiva. La aplicación del método propuesto requiere una inversión adicional de US\$ 770 000, pero a cambio se obtendrá un ahorro anual de US\$ 1 801 858 que en el período de evaluación de tres años para una tasa de interés de 8 a 12 % anual tiene una relación B/C comprendida entre 5,69 y 6,03.

11. Las ventajas económicas de la aplicación del método propuesto son tan grandes que varían poco con la tasa de interés.
12. Se recomienda aplicar el método de optimización propuesto al más breve plazo e implantar el programa de mantenimiento correspondiente complementado con un Programa de Mantenimiento Productivo Total TPM.

2.2. Fundamentación teórica.

2.2.1. Optimización de recursos.¹⁸

La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizada, esto nos da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia.

Las empresas que son del área de servicios de alimentación deben de tener una mejora continua de sus recursos y administración para obtener una calidad adecuada de sus servicios ya que esta está en constante interacción con las personas. Como estas se dedican a dar un servicio, la adecuada calidad de sus recursos le permitirá atender de manera adecuada y eficiente a los clientes, ya que el área de servicio de alimentación no solo se refiere a restaurantes, si no a comedores industriales y hospitalarios donde la calidad del servicios debe ser excelente para que este no afecte de manera negativa a los demás aspectos de estos comedores.

¹⁸ <https://www.gestiopolis.com/concepto-de-optimizacion-de-recursos/>

Optimización de recursos

a) ¿Qué es optimizar?

Es la acción de buscar la mejor forma de hacer algo, esto quiere decir que es buscar mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia en el desempeño de algún trabajo u objetivo a lograr, en este caso del recurso de una empresa, llamándose optimización de recursos.

b) Optimización de recursos en las diferentes áreas de una empresa.

En las empresas se maneja la optimización de recursos en todas las áreas, ya que esto ayuda a mantener una mayor eficacia en los objetivos, las áreas en la que se maneja principalmente son en la:

Administrativa y Financiera

a.1. Optimización en el área administrativa.

En el área administrativa ayuda a la gestión y planificación de mejoras en el proceso de trabajo y aumentar el rendimiento de los empleados de la empresa.

a.2. Optimización en el área financiera

Se basa más en buscar la forma de tener el mayor rendimiento con la cantidad mínima de recursos, esto por medio de la eliminación de costos que puedan clasificarse como innecesarios, así, volviendo más rentable la productividad de la empresa.

c) **Optimización de recursos en el sistema de servicios de explotación.**

Las empresas mineras deben de tener una mejora continua de sus recursos y administración para obtener una calidad adecuada de sus servicios ya que esta está en constante interacción con las personas.

La optimización tiene los siguientes componentes:

- Optimización del servicio
- Optimización de producción
- Optimización administrativa y de finanzas

c.1. Optimización del servicio

Este punto maneja el mejoramiento en la parte de servicios

c.2. Optimización de producción

La optimización en este aspecto se basa en:

Diagnóstico del estado de los equipos, Evaluación del sistema de producción, Tiempo de producción y Evaluación del personal

c.3. Optimización administrativa y financiera

Se resaltan los siguientes aspectos:

Gestión del proceso de trabajo

Revisión del cumplimiento de objetivos

2.2.2. Tipos de mantenimiento.¹⁹

Se realizan los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo

¹⁹ Ibidem p. 16-32.

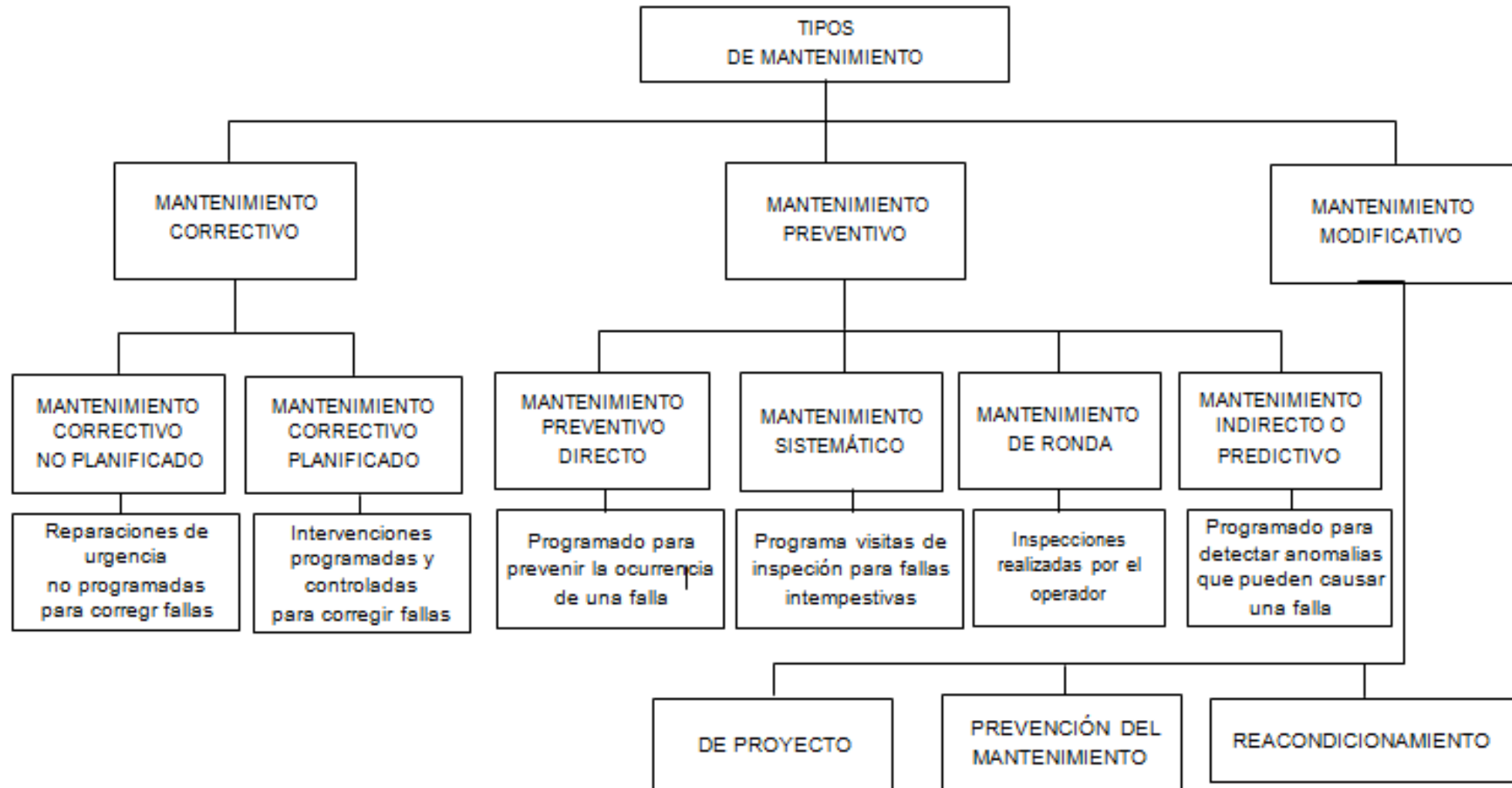
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento modificativo

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: El mantenimiento correctivo, denominado también mantenimiento accidental o de operación hasta la falla, consiste en reparar las averías a medida que se producen con la intervención necesaria para reparar el defecto o la falla ocurrida. El principal inconveniente de este tipo de mantenimiento, es que el operador detecta la avería cuando se necesita que el equipo funcione, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización causando pérdidas por la paralización de la producción.

Sus características generales son:

- Requiere de un área de mantenimiento con bajo nivel de organización.
- Los encargados de informar de las averías producidas son los operadores y los encargados de realizar las reparaciones son el personal de mantenimiento. Es una intervención rápida, inmediatamente después de ocurrida la avería.
- Causa una discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- Incrementa los costos de mantenimiento porque a los costos de reparación se suman los costos de la producción no efectuada.

Figura N° 2.1.: Tipos de mantenimiento



Fuente: ALVA ALVA, Ismael.

Tiene dos formas de aplicación: un mantenimiento no planificado y otro planificado:

Característica del mantenimiento correctivo no planificado: La intervención de mantenimiento se ejecuta con los recursos disponibles en el momento de la falla.

Característica del mantenimiento correctivo planificado: La intervención de mantenimiento se planifica porque se cuenta con disponibilidad de manuales de operación y mantenimiento de máquinas, catálogos de repuestos, personal entrenado y capacitado de modo que en el momento de la falla se actué con la mayor rapidez y eficacia.

Como no se tiene ningún tipo registros de fallas no se conoce realmente el estado en que opera el equipo por lo que su ley de degradación es desconocida. El tiempo de operación sin fallas TBF1 se interrumpe sorpresivamente en el instante en que se alcanza el nivel de pérdida de función, causando una parada fortuita. En esta situación, en que por interrumpirse la producción se considera una situación de emergencia se pueden optar por un arreglo o una reparación

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Es un sistema que permite detectar y corregir las posibles fallas antes que estas se produzcan y evitar su reparación después que éstas se han producido, lo que se puede sintetizar con la expresión:

Detección precoz = Corrección preventiva

Este mantenimiento disminuye las fallas fortuitas que causan situaciones de emergencias y así permite un mayor tiempo de operación forma continua. Se aplica por etapas, pero aun cuando se aplique con la mayor sofisticación y cuidado no se logra eliminar todas las fallas fortuitas produciéndose siempre una cantidad de ellas que se consideran residuales y se producen en forma aleatoria. La primera etapa es el denominado Mantenimiento Preventivo Directo o simplemente Mantenimiento Preventivo, que se trata en este acápite, y la segunda es el Mantenimiento Sistemático, que se trata en el acápite siguiente.

Mantenimiento preventivo directo: Para el mantenimiento preventivo directo se requiere conocer con detalle las características, funcionamiento de la máquina, y sus fallas:

- Fallas por degradación, o pérdida de eficiencia.
- Fallas catalépticas o catastróficas.

Estas se deben pronosticar para un periodo de tiempo en que la máquina funcionará sin fallas y programar una parada de mantenimiento cuando se alcanza el rendimiento mínimo aceptable, inmediatamente antes de que se produzca la falla y así realizar las acciones de mantenimiento que restablezcan la eficiencia de la máquina.

Para prever que durante el tiempo previsto para operar sin fallas se presente una falla imprevista se realiza un programa de visitas de inspección para identificar las posibles causas que podrían provocar esta falla y así evitarla

Realizar la gestión de documentación técnica: Establecer un nivel de rendimiento admisible de la máquina, debajo del cual su operación no es aceptable. Este puede ser horas de operación, km recorridos o toneladas de material movilizadas, generalmente recomendado por el fabricante o determinado por experiencia propia. Se pronostican los periodos de funcionamiento sin fallas TBF y se determinan las paradas programadas de mantenimiento TA. Se planifican los periodos de tiempo de las visitas de inspección preventivas Vn para identificar las causas de posibles fallas y determinar si se requiere una intervención de mantenimiento. Se determina el rendimiento real de la máquina. Se preparan las intervenciones preventivas para las paradas de mantenimiento programadas, Acuerdan con el área de producción las paradas programadas. Una vez realizadas las visitas de inspección y efectuadas las intervenciones de mantenimiento pertinentes se procede a:

- Cuantificar el costo directo del mantenimiento.
- Determinar la Ley de degradación de rendimiento de la máquina.
- Luego de la intervención de mantenimiento la máquina no llega a alcanzar su rendimiento óptimo original, logrando uno

muy cercano a él y se repite un nuevo ciclo con un nuevo TBF generalmente es menor que el anterior. Al repetirse los ciclos se va reduciendo el rendimiento y aumentando las fallas hasta llegar a la obsolescencia.

El mantenimiento preventivo consta de:

- Un sistema planificado de visitas e inspecciones periódicas, cíclicas y programadas, cuyo objetivo es obtener información sobre el comportamiento de los equipos y materiales y las fallas
- Un servicio de trabajos de mantenimiento
- En general, reduciendo los imprevistos o fortuitos, se mejora el clima de relaciones humanas, porque los problemas, crean tensiones entre las personas.

Mantenimiento Sistemático: Se define, según la Norma AFNOR X 60-10 como el mantenimiento efectuado de acuerdo con un plan establecido según el tiempo de operación o el número de unidades fabricadas, con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos. Se considera la segunda etapa del mantenimiento preventivo porque para su aplicación requiere de amplios conocimientos de la fiabilidad de las instalaciones, máquinas o equipos, y requiere de datos históricos del comportamiento de los materiales y las fallas de cada equipo de un periodo de tiempo lo suficientemente prolongado como para realizar estudios estadísticos y determinar los tiempos óptimos de

intervención antes que se produzca una nueva falla. Todos estos conocimientos se adquieren en la primera etapa del mantenimiento preventivo. La curva del mantenimiento sistemático tiene una ley de degradación prevista. El mantenimiento sistemático requiere una correcta metodología para determinar el periodo de intervención antes que se produzca la falla porque si la intervención se retrasa y se produce la falla entonces el mantenimiento sistemático deja ser eficaz y en la práctica se convierte en mantenimiento correctivo con la pérdida de las ventajas y aumento de costos correspondientes

Mantenimiento de ronda: Es un mantenimiento en el que se realiza una vigilancia con operaciones frecuentes pero de duración limitada. Generalmente comprende la lubricación, controles de presión, de temperatura o algunos test de referencia. Este tipo de mantenimiento lo realizan generalmente los operadores de los equipos y máquinas.

Mantenimiento condicional o predictivo: El mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros de operación de la máquina y asociarlos a la evolución de fallos para determinar en qué periodo de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características más importantes de este de mantenimiento es que su aplicación no altera el funcionamiento normal del equipo o la planta. La inspección de los parámetros se

realiza de forma periódica o continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de equipo o planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente cual órgano falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, realizada de forma periódica o accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.
- Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Permite tomar decisiones sobre la paralización de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Por ultimo garantiza la confección de formas internas de funcionamientos o compras de nuevos equipos

Algunos de los objetivos del mantenimiento predictivo son:

- Arreglar un equipo cuando se sabe que presenta un fallo sin interferir con los equipos que funcionan bien.
- Establecer con precisión las tendencias, en el tiempo, de los fallos que se empiezan a desarrollar y planificar las

operaciones de mantenimiento de tal manera que coincidan con paralizaciones programadas de la planta.

- Reducción de los tiempos muertos.
- Reducción de los inventarios.
- Reducción de tiempos extras de trabajo de mantenimiento.
- Reducción de compras urgentes de repuestos
- Lo cual se refleja en un mayor rendimiento de los presupuestos hechos por los departamentos encargados de mantenimiento.

Las herramientas y los ensayos del mantenimiento predictivo más frecuentemente usados son:

- Análisis de Aceite.
- Termografía (análisis infrarrojo).
- Análisis de vibración.
- Monitoreo de motores eléctricos y análisis de las condiciones.
- Alineado de precisión y dispositivos de balanceo.
- Monitoreo de tonelaje.
- Inspección mediante partículas magnéticas.
- Inspección por ultrasonido.
- Inspección Radiográfica.
- Inspección mediante líquidos penetrantes

MANTENIMIENTO MODIFICATIVO:

Se modifican las características de diseño de una instalación con sistemas, equipos y máquinas estándar, para lograr mayor fiabilidad

o mantenibilidad y para facilitar y reducir su costo de mantenimiento.

Se puede realizar en tres momentos de la vida de los equipos:

- Antes del funcionamiento por primera vez. Durante el diseño se analizan sus operaciones para prevenir posibles fallas futuras de componentes que puedan causar problemas de mantenimiento que se puedan atribuir a factores de diseño. Para eliminar o reducir las causas de estos problemas se pueden realizar modificaciones del diseño. Se considera un mantenimiento a nivel de proyecto.
- La segunda oportunidad se puede presentar durante su vida útil. Cuando el análisis de las fallas producidas hasta ese momento demuestra que sus causas son atribuibles a factores de diseño y se determina que se pueden realizar modificaciones del diseño para que no se vuelvan a producir. Como supone la eliminación de la posibilidad de ocurrencia de ciertas fallas, es prevención del mantenimiento.
- La tercera y última oportunidad se presenta cuando la máquina se acerca o alcanza el fin de su vida económica. En este caso se le reconstruye para obtener un tiempo adicional de operación económica. La reconstrucción puede tener dos propósitos. Uno es que la máquina recupere el 100 % de sus características operativas originales y otro es que la máquina, además de recuperar sus características originales mejore algunas de ellas

Las modificaciones se pueden realizar para mejorar tanto el rendimiento de su producción como su mantenimiento, en éste último caso reduciendo la frecuencia de fallas o aumentando la rapidez de su reparación.

Su ventaja es que obtiene una máquina con mayor fiabilidad y mejor adaptada a la operación que realiza. En términos económicos puede significar lograr mayor producción a menor costo.

La aplicación de este mantenimiento debe ser regulada y adaptada a la realidad de cada empresa porque requiere de un trabajo conjunto de varias de sus áreas. El área de producción debe tener un conocimiento detallado de la relación entre las máquinas y los procesos que realizan, el área de mantenimiento debe conocer las fallas, las causas que las producen y sus consecuencias económicas. Además se debe contar con un área de ingeniería con capacidad suficiente para efectuar los diseños técnicos y evaluaciones económicas, supervisar la ejecución de las modificaciones y realizar las pruebas necesarias. El mantenimiento modificativo es óptimo, pero tiene la dificultad que muchas empresas no tienen la capacidad tecnológica requerida para realizarlo.

INDICADORES DEL MANTENIMIENTO:

Algunos de los indicadores de mantenimiento importantes son:

CONFIABILIDAD: La Confiabilidad es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo

condiciones específicas, por lo que puede variar entre 0 (que indica la certeza de falla) y 1 (que indica la certeza de buen desempeño). La probabilidad de falla está necesariamente unida a la fiabilidad. El análisis de fallas suministra otra medida del desempeño de los sistemas, con el Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) definido como

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de operación}}{\text{N}^\circ \text{ de paradas correctivas}}$$

MANTENIBILIDAD: La mantenibilidad, es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, con la condición que su mantenimiento se realice de acuerdo con metodologías y recursos predeterminados. La mantenibilidad es la cualidad que caracteriza a una máquina, equipo o sistema en cuanto a su facilidad para realizarle mantenimiento. Depende de su diseño y se expresa en términos de frecuencia, duración y costo. Se asocia al Tiempo Promedio para Reparar (MTTR), que es:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{N}^\circ \text{ de reparaciones correctivas}}$$

DISPONIBILIDAD (A): La disponibilidad es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado. La disponibilidad depende de:

La frecuencia de las fallas.

- El tiempo que nos demande reanudar el servicio.
- Si se consideran HL horas laborables de la empresa, PP horas de paradas programadas para mantenimientos preventivos, incluyendo las reparaciones programadas u overhauls y PR horas de paradas por reparaciones o mantenimientos no programados, la Disponibilidad A resulta:

$$A = 100 \left(\frac{HL - PP - PR}{HL} \right)$$

No se incluyen las horas de paradas causadas por huelgas, o suspensión de la producción por caída de la demanda. Se considera que la disponibilidad debe ser mayor a 85%.

También se define una disponibilidad que depende sólo del diseño del equipo denominada Disponibilidad Inherente, AI que se expresa como

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

2.2.3. Mantenimiento de un scooptrams.²⁰

Un scooptram es un vehículo trackless de bajo perfil, para carga y acarreo de minerales, diseñado sobre todo para realizar trabajos en minas de subsuelo, subterráneas, o en zonas con limitaciones de espacio:

- En minería subterránea, especialmente en la pequeña y mediana minería, los túneles se caracterizan por ser de baja

²⁰ Ibidem p. 33.

altura y angostos, lo que impide el ingreso de vehículos mineros de grandes dimensiones.

- Son túneles estrechos, sin espacio lateral para realizar giros a 180°, del cual derivan galerías perpendiculares al eje del túnel, con cambios de dirección a 90° con cortos radios de curvatura que dificultan el desplazamiento aún para vehículos pequeños.

Los scooptrams están diseñados para operar en estas condiciones por lo que tienen las siguientes características:

- Son de dimensiones pequeñas, relativamente angostos y de baja altura para poder ingresar a los túneles. Esta última característica es la que les da el nombre de “bajo perfil
- Tienen un cucharón articulado para recoger y cargar una cantidad relativamente grande de material
- Pueden desplazarse en reversa con la misma facilidad con la que avanzan, lo que les permite ingresar y salir de túneles angostos o sin espacio para girar. Simplemente retroceden.
- Tienen ruedas con neumáticos, lo que les permite desplazarse en cualquier dirección, es decir no está limitado a recorridos de rieles o troles.

Los Scooptrams se utilizan para:

- Cargar una cantidad grande de material
- Transportar el material a un área específica.
- Descargar la carga en un área específica o en un camión.

- Los scooptrams cumplen estas labores en interior mina y en superficie. Fig. 3.8, generalmente transportan mineral de las galerías de interior mina a superficie

Principio de funcionamiento de un scooptram: El motor diesel es el motor primo que suministra toda la potencia al scooptram a altas rpm. Su eje de salida se acopla al convertidor de torque, donde reducen las rpm y se aumenta el torque en el eje de salida del convertidor que transmite la potencia por el cardan del eje de entrada a la transmisión la que puede operar con seis marchas, tres marchas adelante y tres marchas atrás. Las relaciones de marcha se seleccionan con un mecanismo de cambio manual, que actúa sobre la válvula de control de los embragues de la transmisión.

El eje de salida de la transmisión transmite la potencia, por medio de los cardanes a los dos diferenciales, uno delantero y uno trasero. En cada uno de ellos el piñón de ataque y corona de cada uno transmiten la potencia a los ejes flotantes y ruedas traseras y delanteras.

2.2.4. Costo.²¹

Es el precio y gastos que tiene una actividad sin ganancia alguna.

2.2.5. Costo de oportunidad.²²

Mínima rentabilidad adquirible por una inversión entre alternativas; es igual al costo de inversión más el costo del capital.

²¹ GUERRERO TADEO, Esteban Fredy, (2012). Tesis Optimización de los estándares de perforación y voladura de rocas para reducir los costos operativos en labores mineras subterráneas UNASAM-FIMGM.

²² Ibidem p. 41.

2.2.6. Vida económica.²³

La vida económica depende de varios factores como: el costo usual uniforme equivalente mínimo, el tiempo pasado en servicio efectuado inicialmente antes de pasar a otro servicio. Es el periodo en la vida de un equipo en que su costo total (costo de inversión + costo de capital + costo de operación + costo de mantenimiento), es mínimo, al año de suceso; de este período se le conoce como vida económica. Como se ve, depende de la producción del equipo a la fecha y de la que se haya proyectado.²⁴

2.2.7. Costos financieros.²⁵

Son los originados por el pago de intereses sobre préstamos y sobre los pagos de estos préstamos (o partidas de préstamos).

Depreciación.- La mayoría de bienes de capital se deprecian con el tiempo, y una cuantía (depreciación), por la pérdida del valor-de esos bienes, se descuenta del ingreso bruto de cada año, para que aquellos bienes puedan ser sustituidos al final de su vida útil. La depreciación se tratará según la ley de la línea recta (lo que no es que siempre es apropiado), se asume que el objeto o cosa se deprecia (pierde su valor), en la misma cantidad cada año. Sin embargo, los costos de reposición o propiedad para la mayoría de los casos de capital de trabajo (máquinas, edificios, etc.),

²³ Ibidem p. 42.

²⁴ Universidad Nacional de Ingeniería "Metodología de Costos de Operación en Minería". 1era Edición. Impreso en Lima, Perú, Sud América. 1999. Pág. 8.

²⁵ Ibidem p. 42.

generalmente aumentan de valor con el tiempo. No constituye costo de producción la Depreciación. ²⁶

Costo de conservación y usos o propiedad de maquinaria y equipo.- Se originan por el desgaste de estos bienes de producción en el trabajo normal que realizan (capital que se consumió con las unidades producidas). Incluyen así mismo gastos en mantenimiento y reparaciones denominados preventivos o principales que obligadamente deben hacerse una vez al año, durante la vida útil. Estos gastos permiten la eficiencia de la operación de la empresa, así como el logro del período de vida útil de la Maquinaria y Equipo.

Cabe mencionar que a cada volumen de producción le corresponde un costo determinado de producción, técnicamente aceptable, siempre y cuando las diversas operaciones del proceso productivo se lleven a cabo eficientemente, de acuerdo al diseño establecido.

2.3. Definición de Términos. ²⁷

AMBIENTE DE TRABAJO: Es el lugar en el que se desarrollan las labores encomendadas o asignadas.

AUDITORÍA: Es el proceso de evaluación del Sistema de Gestión de la Seguridad e Higiene Minera.

BOTADEROS: Conocidos también como canchas de depósito de mineral de baja ley o ganga, usualmente se localiza en el entorno de la mina y fuera de la zona mineralizada.

²⁶ *Ibíd.*, Pág. 9

²⁷ DECRETO SUPREMO N° 055 – 2010 - EM; Subcapítulo II Definición de Términos; Artículo 7.

CARGA ESPACIADA: Carga constituida por explosivo a granel, cartuchos o fracciones de estos, separados por un material inerte o aire, e iniciados de forma instantánea o retardada.

CONCENTRACIÓN DE CARGA: Cantidad de explosivo utilizada por metro lineal de barreno para un diámetro dado. También se expresa por unidad de superficie en voladuras de contorno.

CHANCADO: Proceso mediante el cual se disminuye el tamaño de las rocas mineralizadas triturándolas con chancadoras y molinos.

CONTAMINACIÓN: Cualquier actividad realizada por el ser humano que afecta al medio en el cual se desarrolla.

DESBROCE: Remoción de roca estéril.

DISPARO: Acción de provocar una voladura en sí.

DISPARO ELECTRICO: Acción de provocar una voladura Mediante el uso de la electricidad.

DETONADOR: Dispositivo que permite iniciar altos explosivos, de acuerdo con un tiempo de retardo que contiene en el interior del “casquillo”. Son considerados explosivos, ya que en su interior tienen 2 explosivos (Primario y secundario) de alta sensibilidad

EMPRESA MINERA: Es la persona jurídica, que ejecuta las acciones y trabajos de la actividad minera de acuerdo a las normas legales vigentes, diseños, métodos de explotación, estándares, procedimientos y prácticas establecidas.

ESPACIO CONFINADO: Es aquel lugar de área reducida constituido por maquinaria, tanque, tolvas o labores subterráneas; en las cuales existen

condiciones de alto riesgo, como falta de oxígeno, presencia de gases tóxicos u otros similares que requieran permiso de trabajo.

FICHA: Número que se le asigna va al operario al ingresar a la mina y que le acompañaba hasta el término de su vida laboral.

FRENTE: Lam parte donde trabaja el barretero explotando la veta.

GRADIENTE: Pendiente, subida declive repecho.

PERFORMANCE: Es la energía o potencia de un vehículo a una velocidad dada mientras supera condiciones limitantes de rendimiento.

RAMPA: Plano helicoidal dispuesta para el desplazamiento de maquinarias, carga de un Banco o nivel a otro.

RIPIOS: Se refiere al material que queda como residuo del mineral una vez que todo el cobre ha sido lixiviado, el cual es desechado en áreas especiales o botaderos de ripio. Corresponde a la cola del proceso de lixiviación.

ROCA ESTERIL: Denominación a la roca de menor calidad a la requerida o sin ley.

ROCA DE CAJA: Roca adyacente a la mineralización, define las zonas mineralizadas.

REALCE: Galería minera vertical o inclinada, sin salida directa a la superficie y está destinada al material arrancado, circulación de gente, ascenso y descenso de materiales, ventilación.

REGLAS: Son principios, fórmulas o preceptos que se deberán cumplir siempre, sin ninguna excepción; para asegurar que una tarea sea bien hecha.

TAJO: Corte hecho con instrumento adecuado, sitio hasta donde llega la cuadrilla de operarios que trabaja avanzando sobre el terreno.

TALUD: Inclinación o declive del parámetro de un terreno, es el plano inclinado que se forma entre la parte superior del Pitt y el pie de Banco más profundo formando un ángulo con la horizontal.

TRANSPORTE: Es la operación unitaria final del minado, en algunos casos está separado del carguío del material quebrantado.

YACIMIENTO: Masa de roca localizada en la corteza terrestre que contiene uno a varios minerales en cantidad suficiente como para ser extraídos con beneficios económicos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

1.1. El Problema.

La empresa minera con los procesos productivos y administrativos, y el desarrollo de nuevos proyectos buscan mejorar el nivel de productividad actual. Respecto a la optimización de procesos productivos y administrativos, realiza muchas acciones con el fin de reducir ciertos gastos administrativos. Con el desarrollo de nuevos proyectos mejora la productividad. Atacocha implementará muchos proyectos y uno de ellos es la optimización de los estándares de operación de la flota de scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina atacocha

3.1.1. Descripción de la realidad.

La profundización de los recursos minerales probados de la mina y los precios actuales de los metales, hacen que una de las principales prioridades para la explotación es la de optimizar todos sus procesos para lograr una mayor utilidad.

3.1.2. Identificación y selección del problema.

La necesidad de optimizar los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha

3.1.3. Formulación del Problema.

Formulación del problema General:

¿Cómo debe realizarse la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha?

Formulación de preguntas Específicas:

1. ¿Cuáles son las técnicas a utilizar para la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams?
2. ¿Cómo se lograra reducir los costos de explotación en la mina Atacocha?
3. ¿Qué estándares de operación de la flota de Scooptrams deben utilizarse para resolver las diferentes deficiencias encontradas en estas operaciones unitarias?

3.1.4. Objetivos de la investigación.

3.1.4.1. Objetivo General.

Realizar la optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha

3.1.4.2. Objetivos Específicos.

1. Proponer técnicas para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams.
2. Tener un método para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha
3. Modificar los estándares de operación de la flota de Scooptrams.

3.1.5. Justificación.

Se justifica porque mediante la optimización de los estándares de operación de la flota de scooptrams, se podrán reducir los costos de explotación en la mina Atacocha, logrando tener mejores utilidades al final de cada año de producción.

1.2. Hipótesis

Hipótesis de investigación (Hi):

La optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams contribuirá la reducción de los costos de explotación en la mina Atacocha.

Hipótesis específicas.

1. Proponer técnicas para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams ayudara en la reducción de costos en la explotación en la mina atacocha.
2. Tener un método en la optimización de estándares ayudara a reducir los costos de explotación en la mina Atacocha.

3. Modificar los estándares de operación de la flota de Scooptrams ayudara a reducir costos en la explotación de la mina atacocha.

1.3. Variables.

Variable Independiente (x):

Optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams.

Variable dependiente (y):

Reducción costos de explotación en la mina Atacocha.

1.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es Experimental.

1.4.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es Aplicativa.

1.4.2. Nivel de la investigación.

El nivel de la investigación es Explicativa

1.4.3. Método.

Se empleara el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general.

1.4.4. Población y muestra.

Población

La Población o universo en estudio está constituido por todos los Scooptrams de propiedad de la minera atacocha los cuales son 12 equipos: D 29, D 39, D 40, D 41, D 42, D 43, D 44, D 45, D 46, D 47, D 48, D 49.

Muestra

La muestra poblacional está representada por tres Scooptrams (D29, D41, D47). Que se eligieron por medio de un muestreo aleatorio simple debido a las características que presenta la población: el tamaño de la población, ya que cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para integrar la muestra y que es un método científico y confiable.

Técnicas

Las principales técnicas que se emplean en la presente investigación son la recolección de datos, la revisión literal de textos, observación directa, y encuestas de campo.

Instrumentación

Los instrumentos de recolección de datos utilizados son las fichas de recolección de datos, documentos estadísticos.

Forma de tratamiento de los datos

La forma de tratamiento de los datos será mediante, la utilización de métodos estadístico, de los reportes de los indicadores de trabajo de los scooptrams.

Forma de análisis de las informaciones

Para el análisis de datos emplearemos la tabulación estadística de datos obtenidos y/o reportados en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Descripción de la realidad y procesamiento de datos.

La Compañía Minera Atacocha es considerada una empresa minera dentro de la mediana minería porque su producción actual es inferior a medio millón de toneladas/año. Emplea actualmente un método de producción subterránea para la extracción de mineral polimetálico. Luego de varios años de producción está enfrentando una disminución natural de las reservas en su unidad productiva subterránea, lo que conlleva a revisar su estado actual para agregar nuevos proyectos a su portafolio presente. Se plantea como visión estar entre los principales productores de metales básicos en su categoría, mejorando los resultados con la explotación con la optimización de los estándares operacionales de la flota de Scooptrams para obtener una mayor rentabilidad. Dentro de los nuevos proyectos rentables bajo un marco de desarrollo sostenible y sustentable de la minería subterránea.

4.2 *Análisis e interpretación de la información.*

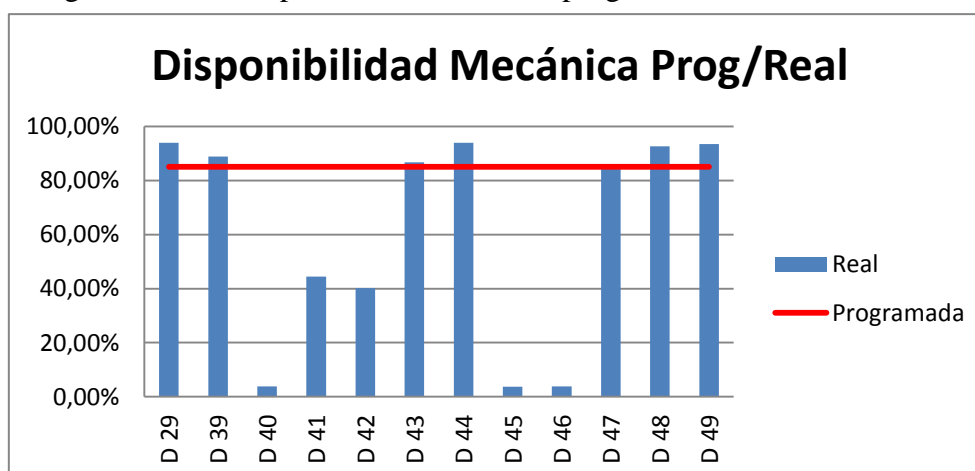
El análisis de la investigación se realizó según el tipo de trabajo que desempeñan los scooptrams componentes de la flota en la mina Atacocha. En el siguiente cuadro observa la disponibilidad mecánica programa por cada scooptrams correspondiente a la primera semana del mes de diciembre del 2016.

Cuadro N° 4.1.: Disponibilidad mecánica programa versus real

Equipos	D. Mec. Programada	D. Mecánica Real	Utilización Real
D 29	85.00%	93.91%	24.48%
D 39	85.00%	88.82%	63.76%
D 40	85.00%	3.88%	0.00%
D 41	85.00%	44.42%	23.74%
D 42	85.00%	40.15%	41.11%
D 43	85.00%	86.75%	46.79%
D 44	85.00%	93.89%	67.62%
D 45	85.00%	3.69%	0.00%
D 46	85.00%	3.88%	0.00%
D 47	85.00%	84.23%	26.19%
D 48	85.00%	92.63%	46.47%
D 49	85.00%	93.44%	49.04%
		72.21%	38.92%

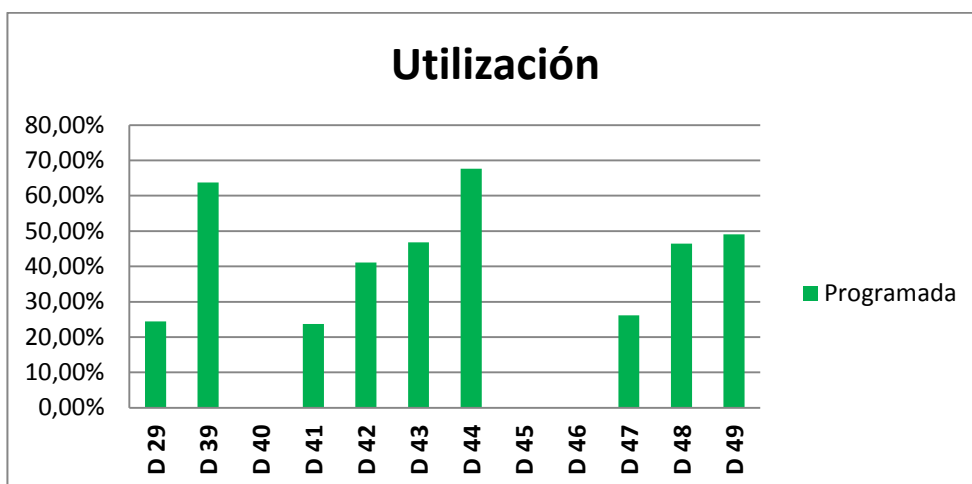
Fuente: Minera Atacocha

Figura N° 4.1.: Disponibilidad mecánica programa versus real



Fuente: Minera Atacocha

Figura N° 4.2.: Utilización real de los scooptrams.



Fuente: Minera Atacocha

Maquinaria o equipo No. D 29

Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 3.5 Yd3

Datos Generales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 400,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 80,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés anual CETES 28 días del mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coefficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.95
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	208.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coefficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (Its)	31.20
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter Its	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00

Ca	Coeficiente experimental para lubricante consumido por hora (Its)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.55
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11
Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22
Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00
Kh	Coeficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coeficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.2. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO				OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula	Cálculo	Costos horarios			
Costos fijos						
Costo por Depreciación	$D = \frac{V_m - V_r}{V_e}$	$D = \frac{320,000.00}{15,000.00}$	\$ 21.333	\$ 17.067	\$ 17.067	
Costo por Inversión	$I_m = \frac{(V_m + V_r) * i}{2Hea}$	$I_m = \frac{81600}{8,640.00}$	\$ 9.444	\$ 9.444	\$ 9.444	
Costo por Seguros	$S_m = \frac{(V_m + V_r) * s}{2Hea}$	$S_m = \frac{19,200.00}{8,640.00}$	\$ 2.222	\$ 2.222	\$ 2.222	
Costo por Mantenimiento	$M_n = K_o * D$	$M_n = 20.266667$	\$ 20.267	\$ 20.267	\$ 16.213	
Suma de costos fijos=Cfi			\$ 53.267	\$ 49.000	\$ 44.947	
Costos por consumo						
Costo por Combustibles	$C_o = G_h * P_c$	$C_o = \$ 117.31$	\$ 117.31	\$ 35.19	\$ -	
Costo otras fuentes de energía	$C_{of} =$	$C_{of} =$	\$ -	\$ -	\$ -	
Costo por lubricantes	$L_b = (A_h + G_a) * P_a$	$L_b = 14.51$	\$ 14.51	\$ 4.35	\$ -	
Costo por llantas	$N = P_n / V_n$	$N = 7.5$	\$ 7.50	\$ -	\$ -	
Costo por piezas especiales	$A_e = P_a / V_a$	$A_e = 2.36$	\$ 2.36	\$ -	\$ -	
Suma de costos por consumos=Cco			\$ 141.68	\$ 39.55	\$ -	
Costos por operación						
Costo por salarios de operación	$P_o = S_r / H_t$	$P_o = 40.1525$	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -	

Costo por herramienta de mano	$Hm = Kh * Mo$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Costo directo por equipo de seguridad	$Es = Ks * Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop				\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop				\$ 235.10	\$ 128.70	\$ 44.95

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.3.: Costo horario de maquinaria o equipo

Maquinaria o equipo No. D 41

Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 4.2 Yd3

Datos Generales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 425,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 85,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés anual CETES 28 días del mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coeficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.95
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	263.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coeficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)	39.45
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter lts	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00
Ca	Coeficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.69
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11
Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22
Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00

Kh	Coeficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coeficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.3. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO					OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula		Cálculo		Costos horarios		
Costos fijos							
Costo por Depreciación	D =	$V_m - V_r$	D =	340,000.00	\$ 22.667	\$ 18.133	\$ 18.133
		V_e		15,000.00			
Costo por Inversión	Im =	$(V_m + V_r) * i$	Im =	86700	\$ 10.035	\$ 10.035	\$ 10.035
		$2H_{ea}$		8,640.00			
Costo por Seguros	Sm =	$(V_m + V_r) * s$	Sm =	20,400.00	\$ 2.361	\$ 2.361	\$ 2.361
		$2H_{ea}$		8,640.00			
Costo por Mantenimiento	Mn =	$K_o * D$	Mn =	21.533333	\$ 21.533	\$ 21.533	\$ 17.227
Suma de costos fijos=Cfi					\$ 56.596	\$ 52.063	\$ 47.756
Costos por consumo							
Costo por Combustibles	Co =	$G_h * P_c$	Co =	\$ 148.33	\$ 148.33	\$ 44.50	\$ -
Costo otras fuentes de energía	Cof=		Cof=		\$ -	\$ -	\$ -
Costo por lubricantes	Lb =	$(A_h + G_a) * P_a$	Lb =	17.68	\$ 17.68	\$ 5.30	\$ -
Costo por llantas	N =	P_n / V_n	N =	7.5	\$ 7.50	\$ -	\$ -
Costo por piezas especiales	Ae =	P_a / V_a	Ae =	2.36	\$ 2.36	\$ -	\$ -
Suma de costos por consumos=Cco					\$ 175.87	\$ 49.80	\$ -
Costos por operación							
Costo por salarios de operación	Po =	S_r / H_t	Po =	40.1525	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo por herramienta de mano	Hm =	$K_h * M_o$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -

Costo directo por equipo de seguridad	Es = $Ks*Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop				\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop				\$ 272.62	\$ 142.02	\$ 47.76

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.4.: Costo horario de maquinaria o equipo

Maquinaria o equipo No. D 47

Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 6.0 Yd3

Datos Generales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 450,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 90,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés anual CETES 28 días del mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coeficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.95
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	263.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coeficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)	39.45
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter lts	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00
Ca	Coeficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.69
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11
Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22
Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00

Kh	Coeficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coeficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.4. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO					OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula		Cálculo		Costos horarios		
Costos fijos							
Costo por Depreciación	D =	$V_m - V_r$	D =	360,000.00	\$ 24.000	\$ 19.200	\$ 19.200
		V_e		15,000.00			
Costo por Inversión	Im =	$(V_m + V_r) * i$	Im =	91800	\$ 10.625	\$ 10.625	\$ 10.625
		$2Hea$		8,640.00			
Costo por Seguros	Sm =	$(V_m + V_r) * s$	Sm =	21,600.00	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500
		$2Hea$		8,640.00			
Costo por Mantenimiento	Mn =	$K_o * D$	Mn =	22.800000	\$ 22.800	\$ 22.800	\$ 18.240
Suma de costos fijos=Cfi					\$ 59.925	\$ 55.125	\$ 50.565
Costos por consumo							
Costo por Combustibles	Co =	$G_h * P_c$	Co =	\$ 148.33	\$ 148.33	\$ 44.50	\$ -
Costo otras fuentes de energía	Cof=		Cof=		\$ -	\$ -	\$ -
Costo por lubricantes	Lb =	$(A_h + G_a) * P_a$	Lb =	17.68	\$ 17.68	\$ 5.30	\$ -
Costo por llantas	N =	P_n / V_n	N =	7.5	\$ 7.50	\$ -	\$ -
Costo por piezas especiales	Ae =	P_a / V_a	Ae =	2.36	\$ 2.36	\$ -	\$ -
Suma de costos por consumos=Cco					\$ 175.87	\$ 49.80	\$ -
Costos por operación							
Costo por salarios de operación	Po =	S_r / H_t	Po =	40.1525	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -

Costo por herramienta de mano	Hm =	$Kh*Mo$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Costo directo por equipo de seguridad	Es =	$Ks*Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop					\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop					\$ 275.95	\$ 145.08	\$ 50.57

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Tal como se muestran los datos se puede deducir que estos pueden ser optimizados por medio de ajustes de los estándares operacionales para ello se calculan los costos horarios de operación.

En los siguientes cuadros se muestran los costos optimizados:

Cuadro N° 4.5.: Costo horario de maquinaria o equipo optimizado

Maquinaria o equipo No. D 29

Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 3.5 Yd3

Datos Generales

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 400,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 80,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés CETES 28 días del anual mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coefficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.80
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	208.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coefficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)	31.20
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter lts	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00
Ca	Coefficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.55
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11

Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22
Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00
Kh	Coefficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coefficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.5. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO					OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula		Cálculo		Costos horarios		
Costos fijos							
Costo por Depreciación	D =	$V_m - V_r$	D =	320,000.00	\$ 21.333	\$ 17.067	\$ 17.067
		V_e					
Costo por Inversión	Im =	$(V_m + V_r) * i$	Im =	81600	\$ 9.444	\$ 9.444	\$ 9.444
		$2Hea$					
Costo por Seguros	Sm =	$(V_m + V_r) * s$	Sm =	19,200.00	\$ 2.222	\$ 2.222	\$ 2.222
		$2Hea$					
Costo por Mantenimiento	Mn =	$K_o * D$	Mn =	17.066667	\$ 17.067	\$ 17.067	\$ 13.653
Suma de costos fijos=Cfi					\$ 50.067	\$ 45.800	\$ 42.387
Costos por consumo							
Costo por Combustibles	Co =	$G_h * P_c$	Co =	\$ 117.31	\$ 117.31	\$ 35.19	\$ -
Costo otras fuentes de energía	Cof=		Cof=		\$ -	\$ -	\$ -
Costo por lubricantes	Lb =	$(A_h + G_a) * P_a$	Lb =	14.51	\$ 14.51	\$ 4.35	\$ -
Costo por llantas	N =	P_n / V_n	N =	7.5	\$ 7.50	\$ -	\$ -
Costo por piezas especiales	Ae =	P_a / V_a	Ae =	2.36	\$ 2.36	\$ -	\$ -
Suma de costos por consumos=Cco					\$ 141.68	\$ 39.55	\$ -
Costos por operación							
Costo por salarios de operación	Po =	S_r / H_t	Po =	40.1525	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo por herramienta de mano	Hm =	$K_h * M_o$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -

Costo directo por equipo de seguridad	Es =	$K_s * Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop					\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop					\$ 231.90	\$ 125.50	\$ 42.39

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.6.: Costo horario de maquinaria o equipo optimizado

Maquinaria o equipo No. D 41**Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 4.2 Yd3****Datos Generales**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 425,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 85,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés CETES 28 días del anual mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coefficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.80
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	263.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coefficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)	39.45
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter lts	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00
Ca	Coefficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.69
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11
Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22

Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00
Kh	Coefficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coefficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.6. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO					OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula		Cálculo		Costos horarios		
Costos fijos							
Costo por Depreciación	D =	$V_m - V_r$	D =	340,000.00	\$ 22.667	\$ 18.133	\$ 18.133
		V_e					
Costo por Inversión	Im =	$(V_m + V_r) * i$	Im =	86700	\$ 10.035	\$ 10.035	\$ 10.035
		$2Hea$					
Costo por Seguros	Sm =	$(V_m + V_r) * s$	Sm =	20,400.00	\$ 2.361	\$ 2.361	\$ 2.361
		$2Hea$					
Costo por Mantenimiento	Mn =	$Ko * D$	Mn =	18.133333	\$ 18.133	\$ 18.133	\$ 14.507
Suma de costos fijos=Cfi					\$ 53.196	\$ 48.663	\$ 45.036
Costos por consumo							
Costo por Combustibles	Co =	$Gh * Pc$	Co =	\$ 148.33	\$ 148.33	\$ 44.50	\$ -
Costo otras fuentes de energía	Cof=		Cof=		\$ -	\$ -	\$ -
Costo por lubricantes	Lb =	$(Ah + Ga) * Pa$	Lb =	17.68	\$ 17.68	\$ 5.30	\$ -
Costo por llantas	N =	Pn/Vn	N =	7.5	\$ 7.50	\$ -	\$ -
Costo por piezas especiales	Ae =	Pa/Va	Ae =	2.36	\$ 2.36	\$ -	\$ -
Suma de costos por consumos=Cco					\$ 175.87	\$ 49.80	\$ -
Costos por operación							
Costo por salarios de operación	Po =	Sr/Ht	Po =	40.1525	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo por herramienta de mano	Hm =	$Kh * Mo$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -

Costo directo por equipo de seguridad	Es =	$Ks * Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop					\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop					\$ 269.22	\$ 138.62	\$ 45.04

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.7.: Costo horario de maquinaria o equipo optimizado

Maquinaria o equipo No. D 47**Marca y modelo de la máquina o equipo: Caterpillar 6.0 Yd3****Datos Generales**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Vm	Valor de la máquina o equipo considerado como nuevo	\$ 450,000.00
Vr	Valor de rescate de la máquina o equipo 20%	\$ 90,000.00
Ve	Vida económica (horas efectivas de trabajo)	15,000.00
Hea	Número de horas efectivas de trabajo durante el año	4,320.00
i	Tasa de interés anual CETES 28 días del mes de Junio 2017	17.00%
s	Prima anual promedio de seguros	4.00%
Ko	Coefficiente por mantenimiento tanto mayor como menor	0.80
	Tipo de combustible	Diesel
HP	Caballos de fuerza	263.00
Fo	Factor de operación de la maquinaria o equipo	0.75
Ce	Coefficiente de combustible determinado por la experiencia	0.20
$Gh=Hp*Fo*Ce$	Cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. (lts)	39.45
Pc=	Precio del combustible (por litro)	\$ 3.760
CC	Capacidad del cárter lts	17.00
Tc	Tiempo para el cambio de aceite "Tc" (horas)	150.00
Ca	Coefficiente experimental para lubricante consumido por hora (lts)	0.00
$Ah=Ca*HP*Fo$	Cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo	0.69
$Ga=CC/Tc$	Consumo entre cambios sucesivos de lubricantes	0.11
Pa	Costo de los aceites lubricantes (por litro)	\$ 22.00
Pn	Valor de las neumáticos o llantas	15,000.00
Vn	Horas de vida económica de las llantas	2,000.00
Va	Horas de vida económica de las piezas especiales	2,500
Pa	Valor de las piezas especiales	\$ 5,900.00
Sr	Salario real del personal necesario para operar la máquina o equipo	\$ 321.22
Ht	Horas efectivas de trabajo de la maquinaria dentro del turno	8.00

Kh	Coeficiente en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida.	-
Mo	Costo unitario por concepto de mano de obra.	-
Ks	Coeficiente en función del tipo de trabajo y del equipo requerido para la seguridad del trabajador	-

Fuente: : www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

Cuadro N° 4.7. - B: Cuadro costo horario.

DETERMINACIÓN COSTO HORARIO					OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
Costos	Fórmula		Cálculo		Costos horarios		
Costos fijos							
Costo por Depreciación	D =	$V_m - V_r$	D =	360,000.00	\$ 24.000	\$ 19.200	\$ 19.200
		V_e					
Costo por Inversión	Im =	$(V_m + V_r) * i$	Im =	91800	\$ 10.625	\$ 10.625	\$ 10.625
		$2Hea$					
Costo por Seguros	Sm =	$(V_m + V_r) * s$	Sm =	21,600.00	\$ 2.500	\$ 2.500	\$ 2.500
		$2Hea$					
Costo por Mantenimiento	Mn =	$Ko * D$	Mn =	19.200000	\$ 19.200	\$ 19.200	\$ 15.360
Suma de costos fijos=Cfi					\$ 56.325	\$ 51.525	\$ 47.685
Costos por consumo							
Costo por Combustibles	Co =	$Gh * Pc$	Co =	\$ 148.33	\$ 148.33	\$ 44.50	\$ -
Costo otras fuentes de energía	Cof=		Cof=		\$ -	\$ -	\$ -
Costo por lubricantes	Lb =	$(Ah + Ga) * Pa$	Lb =	17.68	\$ 17.68	\$ 5.30	\$ -
Costo por llantas	N =	Pn/Vn	N =	7.5	\$ 7.50	\$ -	\$ -
Costo por piezas especiales	Ae =	Pa/Va	Ae =	2.36	\$ 2.36	\$ -	\$ -
Suma de costos por consumos=Cco					\$ 175.87	\$ 49.80	\$ -
Costos por operación							
Costo por salarios de operación	Po =	Sr/Ht	Po =	40.1525	\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo por herramienta de mano	Hm =	$Kh * Mo$	Hm =	0	\$ -	\$ -	\$ -

Costo directo por equipo de seguridad	Es =	$Ks * Mo$	Es =	0	\$ -	\$ -	\$ -
Suma de costos por operación=Cop					\$ 40.15	\$ 40.15	\$ -
Costo horario Phm=Cfi+Cco+Cop					\$ 272.35	\$ 141.48	\$ 47.69

Fuente: www.sct.gob.mx/obrapublica/formatoshomologacion/MP-200-PR02-P01-F52.xlsx.

4.3 Prueba de hipótesis

Se ha demostrado con un nivel de significancia del 95% y la prueba t de Student, con un valor de $\alpha = 0.05$; que si optimizamos los estándares de operación de la flota de scooptrams se reducirán los costos de explotación en la mina Atacocha

4.4 Discusión de resultados

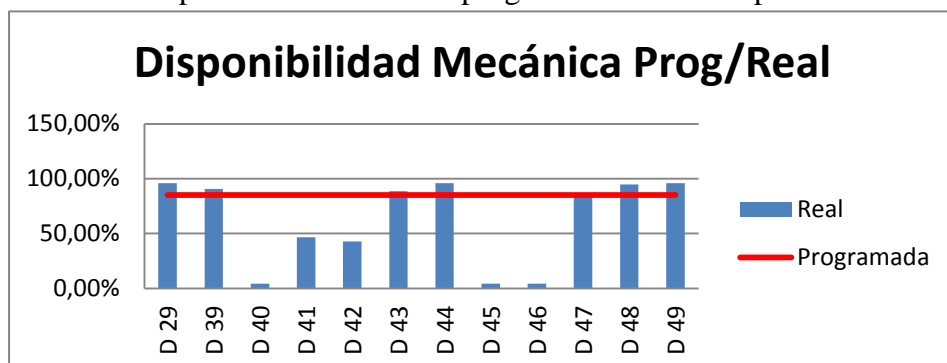
De los cuadros siguientes vemos la variación porcentual favorable de la disponibilidad mecánica programa versus la real.

Cuadro N° 4.8.: Disponibilidad mecánica programa versus real optimizada

Equipos	D. Mec. Programada	D. Mecánica Real	Utilización Real
D 29	85.00%	95.83%	24.78%
D 39	85.00%	90.63%	65.06%
D 40	85.00%	4.17%	0.00%
D 41	85.00%	46.46%	24.22%
D 42	85.00%	42.71%	41.95%
D 43	85.00%	88.54%	48.24%
D 44	85.00%	95.83%	70.43%
D 45	85.00%	4.17%	0.00%
D 46	85.00%	4.17%	0.00%
D 47	85.00%	86.25%	27.29%
D 48	85.00%	94.79%	47.91%
D 49	85.00%	95.83%	51.09%
		74.10%	40.10%

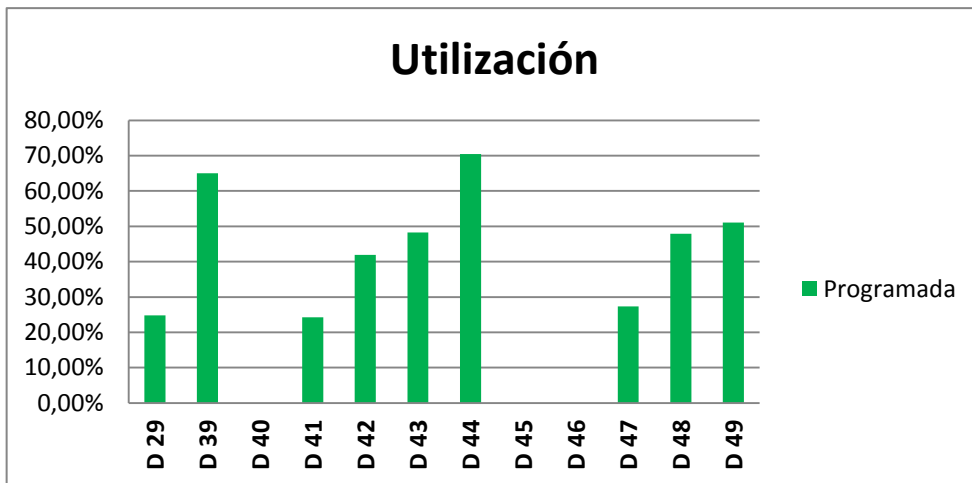
Fuente: El tesista

Figura N° 4.3.: Disponibilidad mecánica programa versus real optimizada



Fuente: El tesista

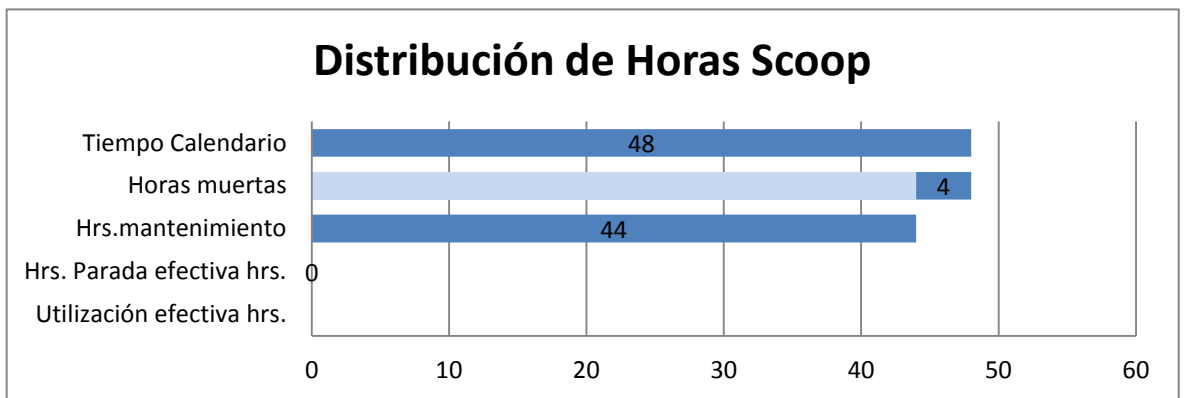
Figura N° 4.4.: Utilización real de los scooptrams optimizados.



Fuente: El tesista

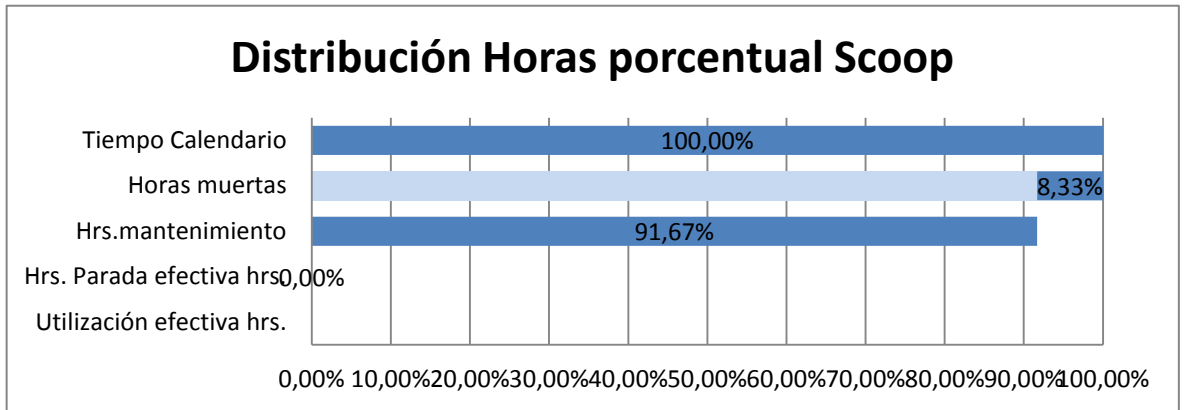
También podemos notar que se estandarizó la distribución de horas de la flota de scooptrams en la mina Atacocha demostrándose con la muestra que corresponde a los tres scooptrams.

Figura N° 4.5.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha - D 29



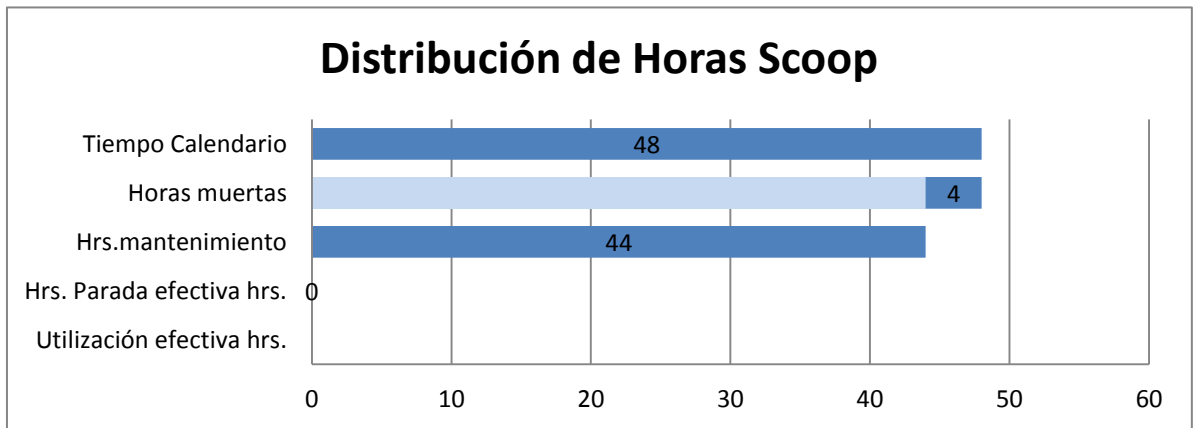
Fuente: El tesista

Figura N° 4.6.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha – D 29



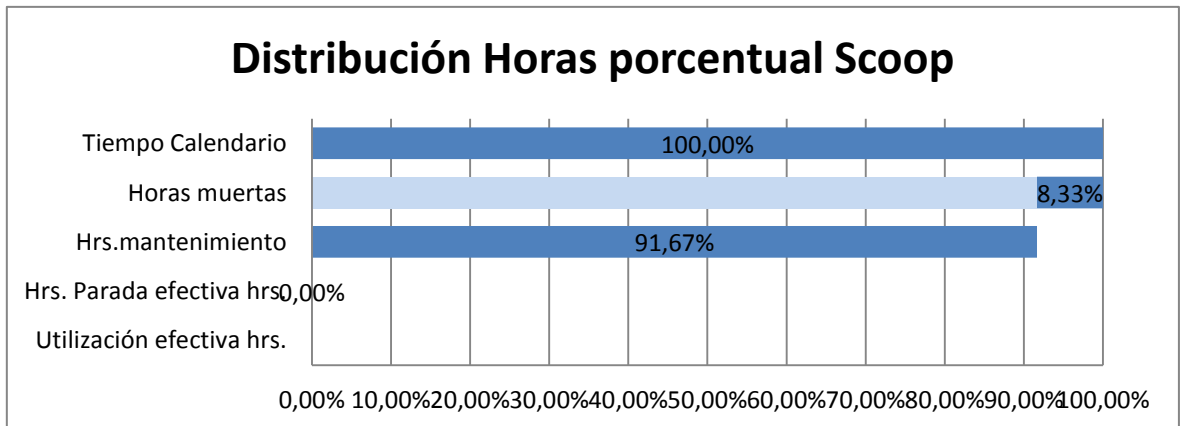
Fuente: El tesista

Figura N° 4.7.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha – D 41



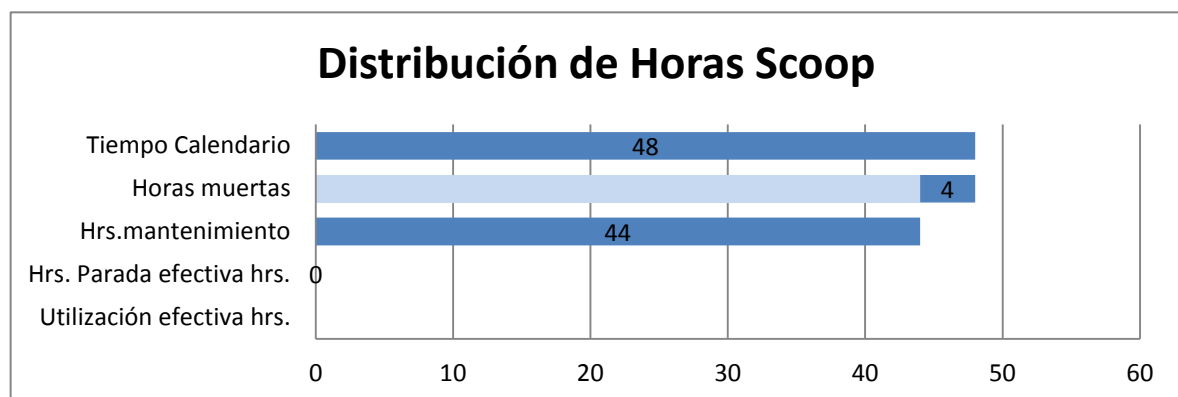
Fuente: El tesista

Figura N° 4.8.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha – D 41



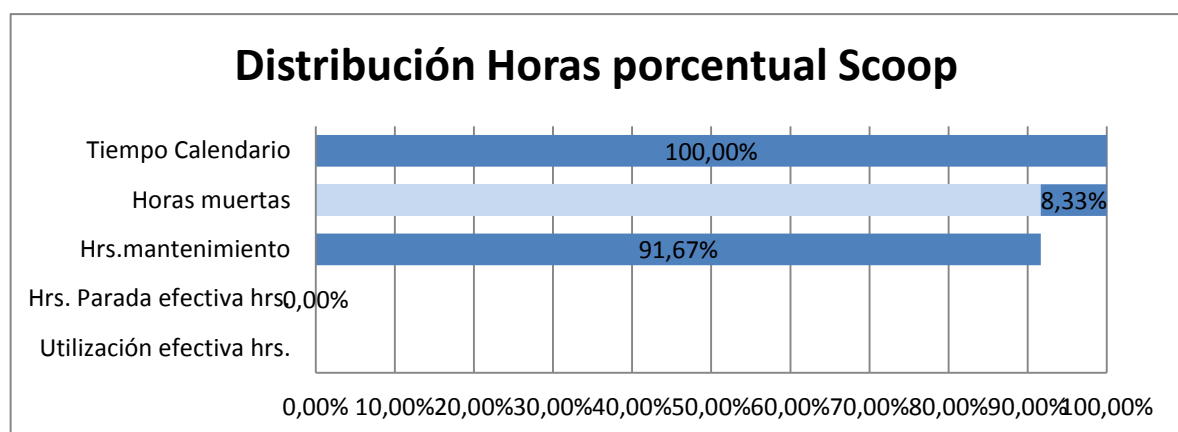
Fuente: El tesista

Figura N° 4.9.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha – D 47



Fuente: El tesista

Figura N° 4.10.: Estandarización en la flota de scooptrams de la mina Atacocha – D 47



Fuente: El tesista

Cuadro N° 4.9.: Resumen del costo horario de operación

		OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA	OPERACIÓN	EN ESPERA	EN RESERVA
		ANTES DE LA OPTIMIZACION			DESPUES DE LA OPTIMIZACION		
D 29	Costo horario $P_{hm} = C_{fi} + C_{co} + C_{op}$	\$ 235.10	\$ 128.70	\$ 44.95	\$ 231.90	\$ 125.50	\$ 42.39
D 41		\$ 272.62	\$ 142.02	\$ 47.76	\$ 269.22	\$ 138.62	\$ 45.04
D 47		\$ 275.95	\$ 145.08	\$ 50.57	\$ 272.35	\$ 141.48	\$ 47.69

Fuente: el tesista

4.5. *Contrastación de la hipótesis.*

Del cuadro resumen del costo horario podemos concluir:

- Que el ahorro después de la optimización en el caso del scooptrams D 29 es de 1.36%, lo que significa un ahorro anual de US\$ 13,824.00.
- Que el ahorro después de la optimización en el caso del scooptrams D 41 es de 1.25%, lo que significa un ahorro anual de US\$ 14,688.00.
- Que el ahorro después de la optimización en el caso del scooptrams D 47 es de 1.30%, lo que significa un ahorro anual de US\$ 15,552.00.

Observándose en el caso de la muestra, un ahorro total de US\$ 44,064.00 por año

CONCLUSIONES.

- 1) Se optimizó los estándares de operación de la flota de Scooptrams reduciéndose los costos de explotación en la mina Atacocha. obteniéndose al final una ahorro de la muestra de estudio de US\$ 44,064.00 por año.
- 2) La técnica para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams fue la de reducción del costo horario de operación de cada uno.
- 3) El método para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha fue un método que requiere de un programa de mantenimiento cuya aplicación tiene ventajas económicas y técnicas de tal manera que en el año 2016 la flota tenía una disponibilidad mecánica cercana al 100%..
- 4) Se modificó los estándares de operación de la flota de Scooptrams.

RECOMENDACIONES

- 1) El modelo de optimización debe de ser aplicado a otras operaciones unitarias y de esta manera se tendrá la mejora continua de la explotación minera subterránea.
- 2) Hacer un seguimiento a cada scooptrams y determinar de acuerdo la vida útil y determinar el momento exacto de reemplazo del equipo.
- 3) Siempre economizar en los costos de los combustibles e insumos que deben de ser de marca y micro filtrados.
- 4) El uso de los EPPs es obligatorio en el caso de todo el personal que trabaja en la mina subterránea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ALVA ALVA, Ismael, (2009). Tesis Estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrams en una mina subterránea, UNI - Facultad de ingeniería mecánica

GUERRERO TADEO, Esteban Fredy, (2012). Tesis Optimización de los estándares de perforación y voladura de rocas para reducir los costos operativos en labores mineras subterráneas UNASAM-FIMGM.

HUAYTA DÁVALOS, Isaac Jorge, (2006). Tesis Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en Atacocha, UNI - Facultad de ingeniería geológica minera y metalúrgica, sección de pos grado.

LÁZARO AGUSTÍN Emilio. Tesis de competencia profesional: “Operación y mantenimiento de maquinaria pesada en base a criterios de seguridad”. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Mecánica. Lima.

LELAND T. BLANK y Anthony J. Tarquin, INGENIERIA ECONOMICA, Cuarta edición, Editorial Emma Ariza Herrera, Colombia 2000.

ROBERT S. Kaplan, ROBIN Cooper, “Coste y efecto: cómo usar el ABC, AMB y el ABB para mejorar la gestión, los procesos y la rentabilidad”.

ROBERTO HERNÁNDEZ Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar baptista Lucio, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, Editorial McGraw- Hill interamericana de México S.A., Colombia 1997.

Universidad Nacional de Ingeniería “Metodología de Costos de Operación en Minería”. 1era Edición. Impreso en Lima, Perú, Sud América.

<https://es.slideshare.net/neillrivasromero/compaa-minera-milpo-atacocha>.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Matriz de consistencias

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>La empresa minera con los procesos productivos y administrativos, y el desarrollo de nuevos proyectos buscan mejorar el nivel de productividad actual. Respecto a la optimización de procesos productivos y administrativos, realiza muchas acciones con el fin de reducir ciertos gastos administrativos. Con el desarrollo de nuevos proyectos mejora la productividad. Atacocha implementará muchos proyectos y uno de ellos es la optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha.</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Realizar la optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proponer técnicas para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams. 2. Tener un método para reducir los costos de explotación en la mina Atacocha 3. Modificar los estándares de operación de la flota de Scooptrams 	<p>Hipótesis de investigación (Hi):</p> <p>La optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams contribuirá la reducción de los costos de explotación en la mina Atacocha.</p> <p>Hipótesis específicas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proponer técnicas para utilizar en la optimización los estándares de operación de la flota de Scooptrams ayudara en la reducción de costos en la explotación en la mina atacocha. 2. Tener un método en la optimización de estándares ayudara a reducir los costos de explotación en la mina Atacocha. 	<p>Variable Independiente.</p> <p>Optimización de los estándares de operación de la flota de Scooptrams.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Reducción costos de explotación en la mina Atacocha..</p>	<p>Diseño de la investigación</p> <p>Diseño de la investigación es Experimental.</p> <p>Tipo de investigación.</p> <p>El tipo de investigación es Aplicativa.</p> <p>Nivel de la investigación.</p> <p>El nivel de la investigación es Explicativa.</p> <p>Método.</p> <p>Se empleara el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general.</p>

ANEXO N° 02: Estándar para la limpieza de labores con Scooptrams diesel

1. OBJETIVO.

Establecer el estándar de limpieza de las labores con SCOOPTRAM diesel para continuar con el ciclo de minado, evacuación de mineral y/o desmonte.

Resultados esperados.

Asegurar que los parámetros establecidos permitan obtener la calidad del proceso y evitar cualquier daño a los equipos que puedan generar pérdidas económicas, cuidando la salud e integridad física del trabajador y minimizando el impacto sobre el medio ambiente.

Característica	Valor especificado
Toneladas por Guardia	≥ 2900

2. ALCANCE.

El presente estándar es de aplicación al proceso de Limpieza de labores con SCOOPTRAM Diesel para la UM Atacocha.

3. REFERENCIAS LEGALES, OTRAS NORMAS Y DEFINICIONES.

3.1. Referencias Legales y Otras Normas.

Decreto Supremo N° 055- 2010-Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, Art. 286 – 288.

3.2. Definiciones.

Scooptrams diesel: Equipo pesado de bajo perfil, cuya función es limpiar y cargar el material roto (mineral y/o desmonte) de las labores, de acuerdo a la sección del proyecto.

Acarreo: Traslado de material aun destino señalado.

Mineral: Es aquella sustancia natural, homogénea, de origen inorgánico, de composición química definida (dentro de ciertos límites), que su extracción de la mina genera un beneficio económico.

Desmonte: Se denomina al material que su extracción de la mina no genera un beneficio económico.

Echadero: Labor minera vertical o semi vertical que sirve como medio de transporte de mineral o desmonte de un nivel a otro.

Cámaras de acumulación: Son puntos de acumulación de mineral y/o desmonte cercano a las labores de limpieza

Puntos de carguío: Lugar adecuado que cumple estándares para carguío de mineral y/o desmonte hacia los volquetes

Galería: Labor minera con características de sección y longitud definida por planeamiento, en el proceso de desarrollo, preparación y exploración para el proceso de minado.

Rampa: Labor minera inclinada, positiva o negativa con una sección determinada de acuerdo al proyecto. En una rampa negativa es indispensable el uso de una bomba sumergible para la evacuación del agua de la perforación.

4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR.

4.1. Consideraciones de Seguridad y Salud Ocupacional.

Para realizar la siguiente actividad, el personal involucrado debe utilizar sus equipos de protección personal (EPPs) “SSO-P-07 Equipos de Protección Personal”.

“Equipos/herramientas/materiales. El Operador debe contar con Autorización vigente para operar el equipo, el cual deberá ser renovado anualmente” (“AT-SSO-P-01).

Autorización de Manejo de Equipos Pesados y Livianos”).

4.2. Consideraciones Ambientales

Durante el proceso y concluida la actividad se deben disponer los residuos generados de acuerdo al procedimiento (MA- P-02).

4.3. 4.3. Etapas del Proceso

“Etapa 1. Planificación”:

- “En el reparto de guardia, el jefe de guardia mina y/o el líder de zona, indica al operador del scooptram las labores a ser limpiadas. Los operadores deberán realizar la inspección visual del equipo y llenan el Check List Diario de Equipo (AT-MN-P-06-13)”
- “Trasladar el equipo: el operador traslada el equipo a la labor designada, a una velocidad de 10 Km/hr como máximo (SSO-DD-02 Reglamento Interno de Transito), siempre con la cuchara hacia atrás, con las luces y circulina encendida. Solamente el equipo ira con la cuchara hacia adelante cuando baje una pendiente”.

- “Estacionar equipo: al llegar a la labor programada el equipo quedara estacionado en una zona segura y deberá dejar las luces de emergencia encendidas y delimitar con los conos de seguridad”.
- “Inspección del área: Se inspecciona el frente y zonas aledañas (sostenimiento, iluminación, ventilación, estado de vías, desatado y presencia de tiros cortados) haciendo uso del IPERC-continuo (SSO-P-33-4). Dentro de la inspección de la labor el operador verificara que se haya desatado manual o mecánicamente”.

Parámetros para el estacionamiento de Scooptram y verificación	
Flujo de aire	25 m/min

“Etapa 2.

Ejecución de Limpieza:”

- “Después de la inspección, se procede a efectuar la limpieza de frente conforme al PETS Limpieza con Scooptrams (AT-MI-PETS-01)”
- “Al iniciar con el trabajo el operador tendrá que raspar y/o cantonear su labor de ingreso y acondicionar para evitar el deterioro de las llantas”.
- “El operador de Scooptrams debe coordinar adecuadamente con el operador del volquete y/o dámper a fin de que puedan definir los circuitos de ingreso y tránsito de cada equipo”.

Traslado de material con Scooptram hasta el punto de carguío y/o	
Distancia a trasladar	200 m
Velocidad del scoop con carga	5 km/h
Velocidad del scoop sin carga	10 km/h
Tiempo de maniobras	2 minutos
Cuchareos al cargar	2

Para la limpieza en labores en curva el operador tendrá que hacer señales de luces y hacer uso de su claxon.

Cuando el equipo se traslade con la cuchara lleno de material, en todo momento lo tendrá que hacer en retroceso

1.0. El momento de carguío hacia los volquetes y/o dámper, la carga se debe distribuir por partes iguales, la carga en promedio para un volquete es de 3 cucharas y para los dámper en promedio de 2 cucharas, se debe buscar la mejor visibilidad y así evitar el deterioro de alguna manga de ventilación y/o tubo de servicios auxiliares que se encuentre por el lugar.

En caso de deterioro del equipo comunicar al supervisor inmediato y tratar de evitar el congestionamiento de la vía, estacionar el equipo en un lugar seguro (cámaras de estacionamiento) con sus conos respectivos y la circulina encendida.

Si hay fuga de aceite tratar de evitar con el contacto de cualquier efluente liquido (agua de mina tanto cunetas como sumideros).

“Etapa 3. Verificación”:

El Operador del scooptram al término de la limpieza verificará el buen estado del equipo, elaborará el “reporte diario de limpieza con scooptram (AT-MI-ESTD-01- 1)”, el cual es visado por el jefe de guardia.

Finalmente se realiza una verificación de la labor limpiado con las especificaciones exigidas según diseño de labor o stop entregado en el planeamiento.

Tabla Resumen de Variables de Control (C) y Monitoreo (M)

Descripción	Tipo	Límites de Especificación
% Disponibilidad de Scooptram	M	$\geq 84\%$
% de Utilización de Scooptram	C	$\geq 48\%$
Toneladas por Hora Trabajada	C	≥ 90

5. RESPONSABLES.

Gerente de la Unidad Minera: Es responsable de aprobar el presente estándar.

Superintendente de Mina: Es responsable de verificar el cumplimiento de lo establecido en el presente estándar y coordinar con el Jefe de Guardia Mina y el Residente de la Empresa Especializada, para la ejecución de la limpieza en las labores de acuerdo al programa mensual.

Jefes de Guardia de Mina: Es responsable de supervisar y verificar el cumplimiento del presente estándar, realizar la inspección de labores y planificar la limpieza en las labores; asimismo verifica el cumplimiento con el estándar de limpieza, basado en los parámetros exigidos

Operador del scooptram diésel: Es responsable de la correcta operación del equipo, de acuerdo a lo establecido en el presente estándar.

6. REGISTROS, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN

Registros:

“AT-SSO-P-01-1 Autorización de Operador”. “ _ ”

“AT-MI-ESTD-01-1 Reporte Diario de Limpieza con Scooptram”

Controles:

“AT-MN-P-06-13 Check List diario de equipos”

“SSO-DD-02 Reglamento Interno de transito”

“AT-SSO-P-01 Autorización de Manejo de Equipos Pesados y Livianos”.

“SSO-P-33-4 IPERC Continuo”

“AT-MI-PETS-01 Limpieza con Scooptram”

Documentación:

“AT-MN-P-06 Mantenimiento de equipos de bajo perfil”

MN-P-17 Sistema de bloqueo de acceso a equipos y maquinarias energizados

“AT-MN-I-02 Inspección diaria de los equipos de bajo perfil”

MA-P-02 Clasificación, manipulación, evacuación y disposición de residuos peligrosos.

7. FRECUENCIA DE INSPECCIONES.

Las inspecciones del cumplimiento del estándar será realizado cada vez que se realice un ciclo de limpieza, que nos permita tomar las acciones correctivas de los desvíos de inmediato.

8. EQUIPO DE TRABAJO.

Jefe de Guardia

Supervisor

Operador de scooptram

Ore control

Operador del volvo/dámper

9. REVISIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO.

Cada vez que se detecte una mejora o actualización en la referencia del estándar se actualizara el presente documento de acuerdo al procedimiento “GES-P-06” Control de Documentos y Registros. En su defecto la revisión del estándar será como mínimo cada dos años.