

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



**REDUCCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO EN FLOTA DE
CAMIONES 730E DE UNA EMPRESA MINERA**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

PRESENTADO POR

NOEL MALDONADO AYMACHOQUE

Lima – Perú

2014

Dedicatoria:

A mis padres que dieron su máximo esfuerzo para poder estudiar y concluir la universidad, a mi esposa e hija que son el motivo para el crecimiento en lo profesional y personal cada día.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
DESCRIPTORES TEMATICOS.....	6
METODO DE SOLUCION DE PROBLEMAS	6
PARETO	6
VALOR ACTUAL NETO.....	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I: PENSAMIENTO ESTRATEGICO	9
1.1 DIAGNOSTICO FUNCIONAL	9
1.1.1 ORGANIZACIÓN	9
1.1.2. PRODUCTOS:.....	12
1.1.3 CLIENTES:	13
1.1.4. PROVEEDORES	13
1.1.5. PROCESOS	14
1.2 DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO	15
1.2.1 ANÁLISIS INTERNO.....	16
1.2.2. ANALISIS EXTERNO	17
1.2.3. MATRIZ FODA.....	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	19
2.1 METODO SOLUCION DE PROBLEMA.....	19
2.1.7 VALOR ACTUAL NETO.....	24
CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	25
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	25
3.1.1 SITUACION ACTUAL	25
3.1.2 PROBLEMA.....	27
3.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	28
3.2.1 REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUÍO.....	28
3.2.2 REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE TRANSPORTE	29
3.3 SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	31
3.4 PLANES DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCION PLANTEADA	32

CAPITULO IV: ANALISIS BENEFICIO – COSTO	44
4.1 SELECCIÓN DE CRITERIO DE EVALUACIÓN	44
4.2 INFORMACION DE SITUACIÓN ECONOMICA	44
4.3 RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	54
GLOSARIO	55
ANEXOS.....	56

RESUMEN

El presente informe muestra un caso, en donde el mantenimiento preventivo juega un rol muy importante en los costos operativos de las empresas mineras, los costos de mantenimiento en las empresas mineras representan el 32% de los costos operativos. Las frecuencias de cambio de componentes pueden incrementar o reducir el presupuesto operativo.

Partimos con un diagnóstico funcional de la empresa, en donde se tratan temas de organización, clientes, proveedores, procesos entre otros. Se realiza el análisis interno y externo de la organización como parte del diagnóstico estratégico.

Identificamos el problema y se plantea las alternativas de solución. Se analiza en que flota de equipos se genera el mayor costo. Identificando que el mayor costo está en la Flota de camiones y en los componentes Motor diésel y Neumáticos.

Se aplicó la metodología propia de solución de problemas de la empresa minera.

La alternativa planteada, propone ampliar la frecuencia de cambios de los principales componentes que generan un costo mayor en el presupuesto de Mantenimiento Mina.

Se estima que la alternativa seleccionada proyecta a la empresa reducir los costos en US\$1.7MM en los próximos 5 años de operación.

DESCRIPTORES TEMATICOS

METODO DE SOLUCION DE PROBLEMAS

PARETO

VALOR ACTUAL NETO

INTRODUCCION

El oro es considerado un “activo de refugio”, es decir, la opción más segura y menos riesgosa, cuya demanda aumenta cuando otras inversiones se tornan inciertas. Sin embargo, en el año 2013 inicio con un precio de US\$1,700 la onza y termino el año con US\$ 1,200 dólares motivo por el cual ha afectado a todas las productoras de oro debido a que han sido afectados al ser reducido su margen de ganancia.

Actualmente los costos de mantenimiento representan un monto significativo de los gastos operacionales en las empresas mineras en promedio un 30% del costo total de operación, lo cual hace que la gestión del mantenimiento sea un determinante importante de la eficiencia y de la competitividad de dichas empresas. Por ello, para incrementar el potencial de creación de valor en las empresas intensivas en el uso de activos, hace falta optimizar la gestión del mantenimiento, a través de la incorporación de mejores técnicas, de la ingeniería y de las personas.

Minera Barrick Misquichilca – Lagunas Norte su principal producto son las barras dore a nivel mundial, su producción anual es de 600,000 onzas por lo tanto se ha visto afectada en su margen de ganancia.

La producción de las barras dore de Lagunas Norte ya están vendidas a compradores a precios internacionales motivo por el cual, no podemos realizar ninguna acción con respecto a mantener los precios, con la finalidad de no afectarnos debemos enfocarnos a incrementar el margen de ganancia mediante la reducción de costos.

En Lagunas Norte los mayores costos están centralizados en tres áreas principales: Operaciones Mina, Operaciones Procesos y Mantenimiento.

El alcance del presente documento es el área de mantenimiento, dentro del área de mantenimiento el mayor costo es el mantenimiento de los equipos de operaciones mina (mantenimiento mina). Y dentro de los costos de mantenimiento el mayor costo está centralizado en Neumáticos y Motores Diésel.

CAPITULO I: PENSAMIENTO ESTRATEGICO

1.1 DIAGNOSTICO FUNCIONAL

1.1.1 ORGANIZACIÓN

Barrick Gold Corporation es la más grande productora de oro en el mundo, tiene una cartera de 27 minas en operación, exploraciones y desenvolvimiento de proyectos localizados a través de cinco continentes. Al 31 de Diciembre de 2012, las reservas probadas y probables de mineral fueron de 140.2 millones de onzas de oro, 1.05 mil millones de onzas de plata contenidas en las reservas de oro, y 13.9 mil millones de libras de cobre.

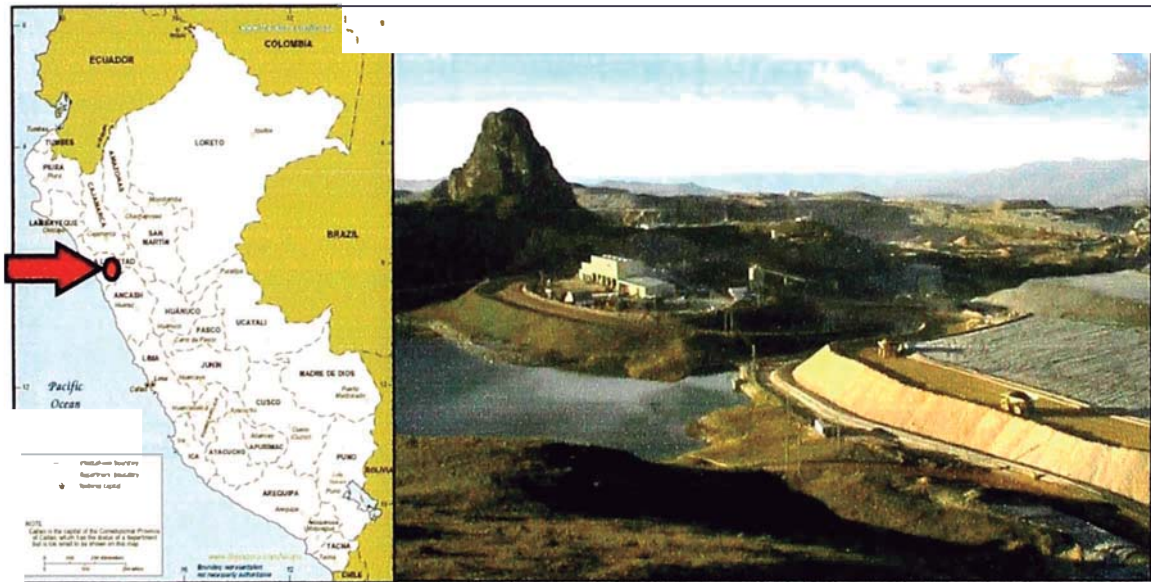
En el año 2013, Barrick produjo 7.4 millones de onzas de oro a un costo total de sostenimiento de \$918 por onza, y a un costo efectivo de \$558 por onza. Además, Barrick anticipa que la producción de oro para el 2014 estará en el rango de 7.0 - 7.4 millones de onzas a un costo total de sostenimiento de \$900 - \$975 por onza y a un costo operativo ajustado de \$575 - \$615 por onza.

La estrategia de Barrick prioriza la creación de valor para el accionista a través del enfoque en la maximización de las tasas de retorno ajustadas al riesgo y de flujo de caja libre. Todas las opciones de asignación de gastos de capital, incluyendo retornos a los accionistas, inversión orgánica, adquisiciones y otros gastos son listados y priorizados bajo una estructura de asignación disciplinada de capital.

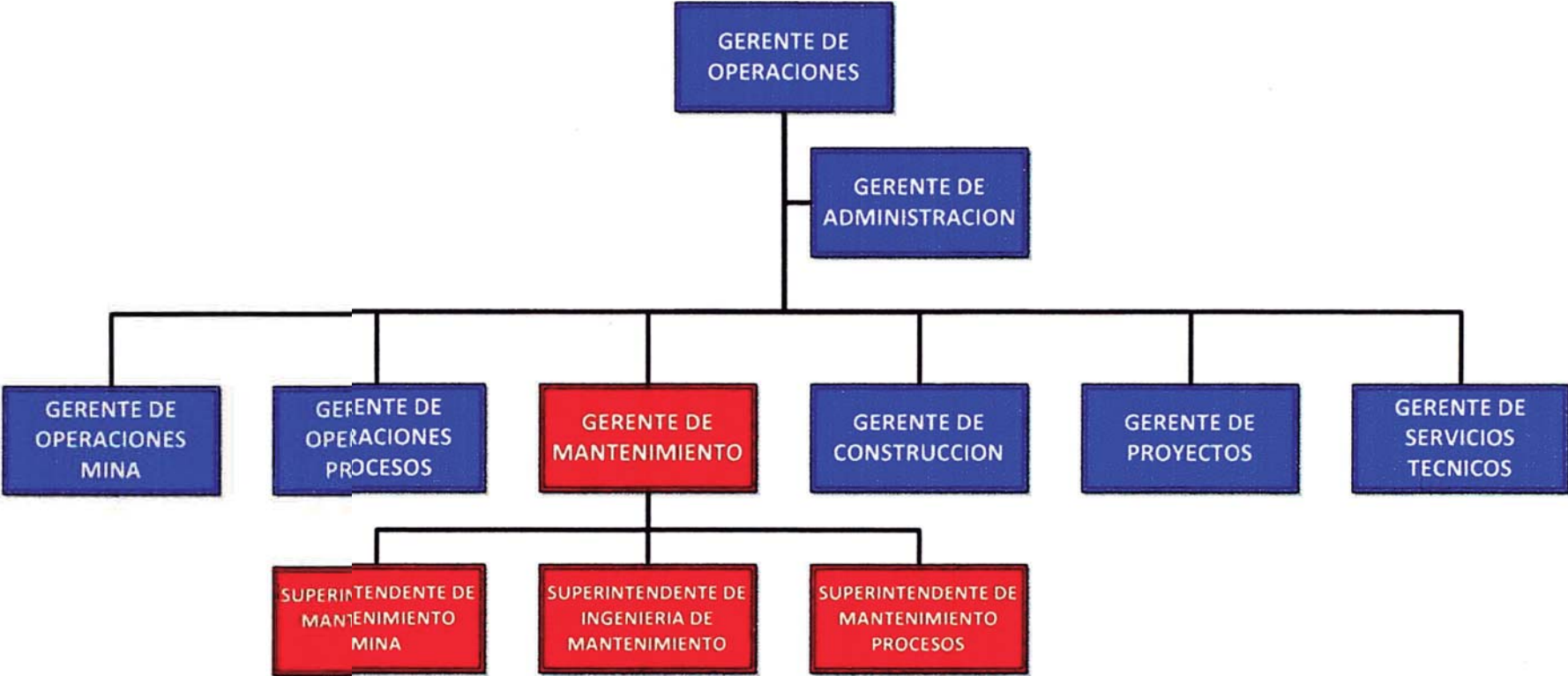
LAGUNAS NORTE

La operación minera Lagunas Norte está ubicada en la propiedad denominada Alto Chicama en el norte del Perú, a 140 kilómetros al este de la ciudad costera de Trujillo, y a 175 kilómetros al norte de la mina Pierina, también perteneciente a Barrick. La propiedad yace en el flanco oeste de los Andes Peruanos y se encuentra a una elevación de entre 4,000 y 4,260 metros sobre el nivel del mar. La mina Lagunas Norte es una operación consistente en un tajo abierto y procesos de chancado y lixiviación.

La mina inició su operación en Junio del año 2005, con anticipación a su cronograma, a un costo de capital de construcción de \$323 millones. En el año 2005, e produjo 550,000 onzas de oro, con la explotación de mineral del alta ley. En la primera mitad del 2013, Lagunas Norte produjo 276,000 onzas de oro a un costo total de sostenimiento de \$604 por onza y a un costo operativo ajustado de \$351 por onza. Las reservas probadas y probables de oro al 31 de Diciembre de 2012, fueron estimadas en 5.8 millones de onzas.



El Organigrama de la Empresa Minera es :



Fuente : Elaboración Propia .

1.1.2. PRODUCTOS:

Los productos que produce minera Barrick Lagunas Norte son:

Oro

El oro se ha usado en la industria de la joyería durante más de 6.000 años y su valor como ornamento y señal de afecto perdura en el tiempo. En algunas sociedades, las joyas de oro, además de adorno, se usan como reserva de riqueza familiar. El oro funciona como inversión libre de inflación, efectivo diversificador de portafolio y reserva de divisas.

Mientras que la joyería y la inversión siguen siendo los principales usos del oro gracias a sus propiedades metalúrgicas únicas, el oro salva y mejora vidas a través de su papel en innovaciones médicas, la industria computacional, el transporte y la industria aeroespacial y de las comunicaciones.

Dentro de los diversos usos del oro se cuentan:

- Láseres utilizados para delicados procedimientos médicos.
- Circuitos electrónicos vitales para air-bags de vehículos y equipos de telecomunicaciones.
- Aplicaciones farmacéuticas.
- Odontología.

Debido a su alto valor, el oro ha sido reciclado a lo largo de los tiempos. Se estima que más del 85 por ciento de todo el oro extraído en la historia aún está en circulación.

Plata

La plata se produce como producto secundario en muchas de las plantas de Barrick. La plata posee una serie de propiedades únicas incluyendo su resistencia, maleabilidad y ductilidad, además de su conductividad eléctrica y térmica y su capacidad para tolerar rangos de temperatura extremos. Estas

propiedades hacen de ella un elemento valioso en nuestra vida moderna. La demanda de plata proviene de usos industriales, la fotografía, joyería y platería. En conjunto, estas categorías representan más del 96 por ciento del consumo anual mundial de plata. La plata que se usa en las áreas de fotografía e industrial son las fuentes de reciclaje más importantes.

1.1.3 CLIENTES:

El producto de la barra doré es enviada al Banco de Barrick en Suiza.

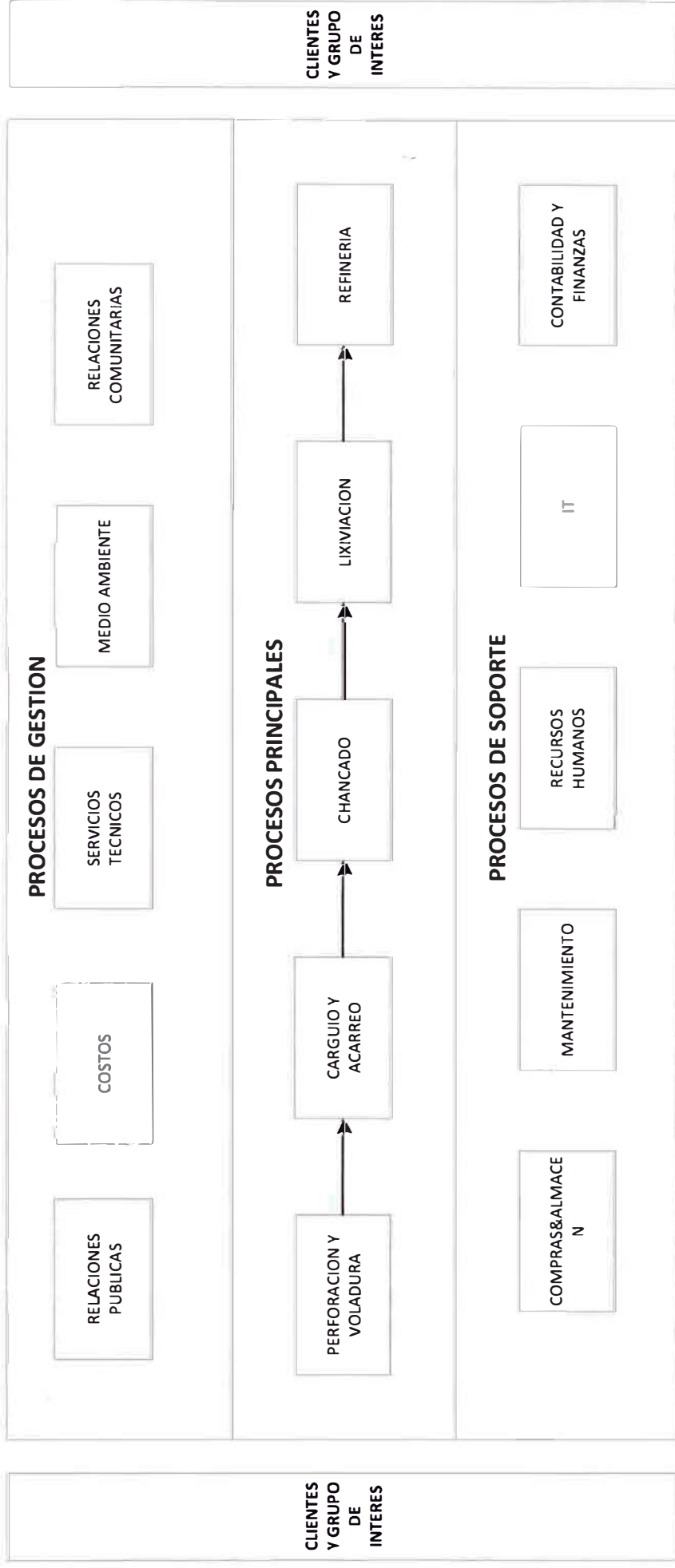
1.1.4. PROVEEDORES

La empresa minera tiene los siguientes proveedores:

- Proveedores de Combustible: Gasolina y diésel.
- Proveedores de Insumos químico: Cianuro, Zinc, Meta sulfito.
- Proveedores de repuestos: Motores, Neumáticos, Cilindros, etc.
- Proveedores de Servicios: Mantenimiento, Soldadura, Soporte Mecánico.
- Proveedores de Equipos: camiones, Bombas.
- Proveedores de Asesoría de Trabajos Mayores.

1.1.5. PROCESOS

Se adjunta los procesos de Lagunas Norte



Fuente: Elaboración propia.

1.2 DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

Visión

“Ser la mejor compañía de oro del mundo, operando de manera segura, rentable y responsable”.

Valores

- **Integridad:** Debemos actuar de manera honesta, confiable y ética, reconociendo que los accionistas, empleados y las jurisdicciones donde operamos son nuestros grupos de interés más importantes. Tratamos los activos de la compañía como si fueran nuestros. Nuestra credibilidad y reputación son vitales para nuestro éxito. Reconocemos que es esencial proteger nuestra licencia social para operar.
- **Respeto y Comunicación Abierta:** Tratamos a los demás con respeto y fomentamos una cultura inclusiva que promueva el compromiso. Comunicamos nuestra estrategia de negocio, colaboramos y rompemos barreras. Valoramos la diversidad y la valentía para discutir problemas y oportunidades.
- **Responsabilidad y Compromiso:** Aceptamos nuestras responsabilidades individuales, establecemos prioridades y actuamos de acuerdo a ellas. Nuestra gente está empoderada para decidir, enfocándose en entregar excelentes resultados de manera responsable. Evaluamos los riesgos y tomamos medidas para mitigarlos. Adoptamos nuestros compromisos con la seguridad, el medio ambiente y nuestras comunidades y los mantenemos como valores personales y profesionales.

- Trabajo en Equipo: Trabajamos de manera conjunta para alcanzar nuestros objetivos y celebrar nuestro éxito, asegurándonos de que nuestras metas individuales están alineadas con los objetivos del equipo y de la compañía. Nos ayudamos mutuamente a mejorar a través del desarrollo y el empoderamiento, generando confianza en las habilidades de cada uno. Colaboramos entre las regiones y las áreas funcionales para alcanzar nuestras metas estratégicas.
- Crear valor para el accionista: Nos centramos en generar ganancias superiores para los accionistas a través de un enfoque disciplinado de asignación de capital y administración del costo. Somos responsables por las promesas que hacemos y dirigimos nuestros recursos para alcanzar nuestros objetivos financieros y operativos. Somos emprendedores y ágiles, mejorando continuamente nuestro desempeño del negocio para maximizar el valor que entregamos a nuestros accionistas.

1.2.1 ANÁLISIS INTERNO

Fortalezas

F1.Socialmente responsable (Valor de la empresa).

F2.Buena gestión con los “StakeHolders” ò “Grupo de interés”

F3.Fuerte énfasis en las políticas de seguridad.

F4.Personal profesional de alta calidad.

Debilidades

D1.Rotación de personal de la empresa minera.

D2.Huelgas de trabajadores de la empresa minera.

1.2.2. ANALISIS EXTERNO

Oportunidades

O1. Intercambio de experiencia profesional de las otras unidades mineras de la corporación de la empresa minera.

O2. El mercado de profesionales minera está creciendo de acuerdo a la demanda.

O3. El Perú es uno de los países con mayor atractivo para la inversión.

Amenazas

A1. Precio del oro bajo.

A2. Políticas del Gobierno frágil.

A3. Presencia de conflictos sociales con las comunidades.

A4. Pérdida de Profesionales altamente calificados debido a los nuevos proyectos que se están iniciando en el país.

A5. Conflicto y diferencia de intereses con las comunidades

1.2.3. MATRIZ FODA

	<p>F1.Socialmente responsable (Valor de la empresa).</p> <p>F2.Buena gestión con los "StakeHolders" ó "Grupo de interés"</p> <p>F3.Fuerte énfasis en las políticas de seguridad.</p> <p>F4.Personal profesional de alta calidad.</p>	<p>D1.Rotación de personal de la empresa minera.</p> <p>D2.Huelgas de trabajadores de la empresa minera.</p>
<p>O1.Intercambio de experiencia profesional de las otras unidades mineras de la corporación de la empresa minera.</p> <p>O2.El mercado de profesionales minera está creciendo de acuerdo a la demanda.</p> <p>O3.El Perú es uno de los países con mayor atractivo para la inversión.</p>	<p>ESTRATEGIAS F-O</p> <p>Buscar nuevos yacimientos mineros. (O3,O2,F1,F2,F3,F4)</p>	<p>ESTRATEGIAS D-O</p> <p>Establecer una relación estrecha con el gobierno. (O3,D1)</p>
<p>A1.Precio del oro bajo.</p> <p>A2.Políticas del Gobierno frágil.</p> <p>A3.Presencia de conflictos sociales con las comunidades.</p> <p>A4.Perdida de Profesionales altamente calificados debido a los nuevos proyectos que se están iniciando en el país.</p> <p>A5. Conflicto y diferencia de intereses con las comunidades</p>	<p>ESTRATEGIAS F-A</p> <p>Reducir los costos operativos. (A1,F4).</p>	<p>ESTRATEGIAS D-A</p> <p>Mejorar las relaciones con el sindicato de trabajadores. (D1,D2,A4)</p>

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 METODO SOLUCION DE PROBLEMA

La presente metodología fue desarrollada por la empresa minera, la metodología es utilizada en todas las operaciones de la empresa Minera.

El método de solución de problema está basado en el ciclo de la mejora continua: Revisar – Planear – Hacer, y ha sido reconocido como el mejor método porque permite:

1. Sistemáticamente resolver el problema.
2. Entender y comunicar el problema.
3. Sintetizar data de manera visual y que puede ser visualizada.
4. Usa herramientas para interpretar data y obtener conclusiones.
5. Desarrollar e implementar soluciones para el problema.
6. Solucionar problemas para negociaciones efectivas.
7. Aprender de las experiencias de solución de problemas anteriores.

El método de Solución de Problemas de la empresa minera tiene los siguientes pasos:

Paso		Sub- Paso	Diagrama
1	DIAGNOS-TICAR OPORTUNI-DADES Y FIJAR METAS	Identificar y seleccionar el problema	<pre> graph TD A[Identificar el problema] --> B[Entender el problema] B --> C[Analizar las causas] C --> D[Generar y priorizar soluciones] D --> E[Implementar las soluciones] E --> F[Evaluar resultados] F --> G[Estandarizar] F --> C F --> E </pre>
		Entender el problema y fijar metas	
2	GENERAR Y EVALUAR IDEAS	Analizar las causas	
		Generar y priorizar soluciones	
3	PLAN DE IMPLEMENTACION	Implementar las soluciones	
		Evaluar resultados	
		Estandarizar	

Figura: Propio de la empresa minera.

2.1.1 Identificar el Problema: Se debe tener presente que un problema es la diferencia (gap) de la situación ideal versus la situación actual.

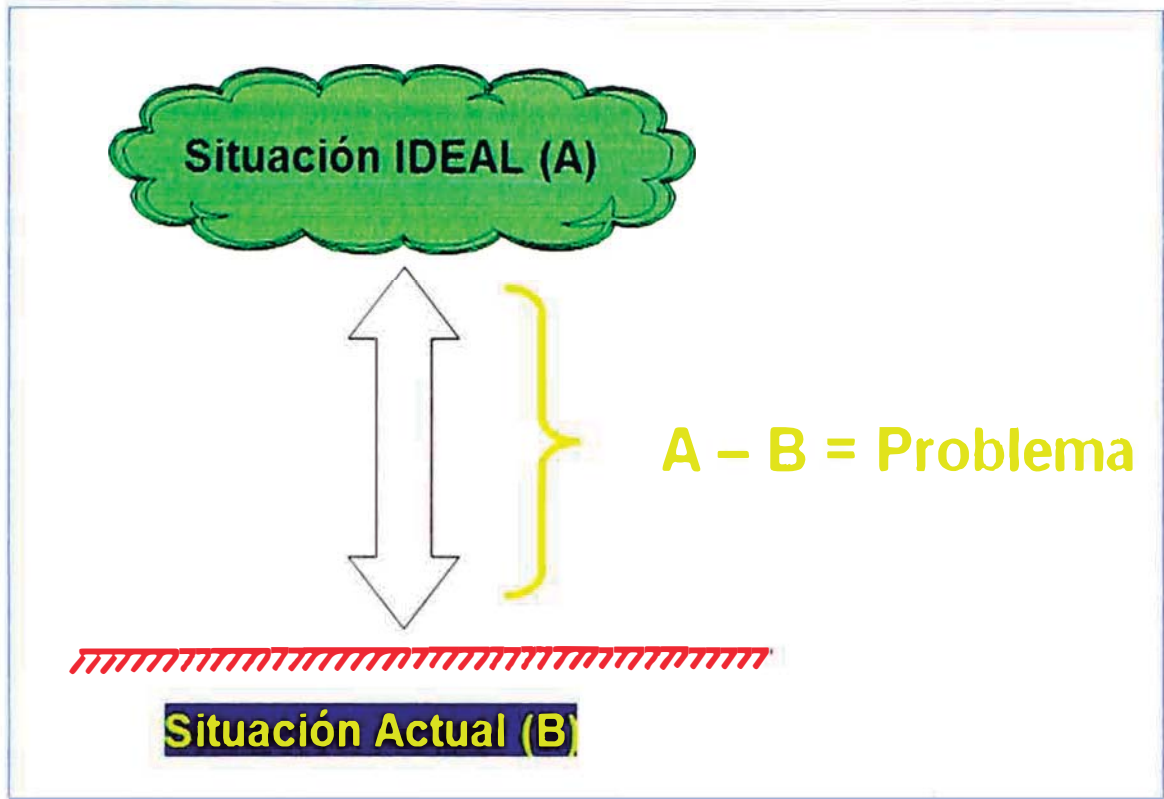


Figura: Propio de la empresa minera.

El problema puede estar relacionado a:

1. Proceso.
2. Producto.
3. Servicio.
4. Persona.
5. Familia.
6. Profesión.

Tipos de problemas:

1. Corrección: Diferencia del requerimiento del cliente vs la situación real (caída gradual o caída brusca).
2. Oportunidad de mejora: Diferencia del nivel deseado vs el nivel actual.

3. Crear: Es un nuevo proceso porque el proceso actual no es el más adecuado o no existe uno, para poder cumplir con las necesidades del cliente.

2.1.2 Entender el problema y fijar Metas: Se debe entender el Problema identificado y fijar las metas.

En este Sub-paso se realiza:

1. Realizar un VSM local del problema.
2. Definir el Límite Técnico.
3. Fijar Metas.
4. Establecer Plan de Trabajo.

2.1.3 Analizar las causas: debemos analizar las causas del problema identificado. Se puede utilizar las siguientes herramientas:

En caso de no tener data:

1. Brainstorming – Tormenta de Ideas.
2. Diagrama de Espina de Pescado / Causa – Efecto / Ishikawa.
3. 5 Por Qué's.

En caso de tener data:

1. Diagrama de Pareto.

2.1.4 Generar priorizar soluciones: Se generar las soluciones para las causas raíces así como también priorizarlas. Los pasos en este Sub-Procesos son:

1. Generar Soluciones Potenciales.
2. Seleccionar la solución más efectiva.
3. Generar todas las tareas posibles para que pueda implementar la solución.
4. Anticipar problemas probables y desarrollar posibles medidas. Evaluación de riesgos.

5. Elaborar Plan de acción.

2.1.5 Implementar soluciones: Se tiene los siguientes pasos:

1. Seleccionar e Implementar inmediatamente las acciones GO-DO.
2. Desarrollar un Plan de Acción para el resto de las acciones de mejora.
3. Comunicar el Plan.
4. Cumplir y Seguir la Implementación.
5. Reuniones periódicas para difundir la información de la implementación.

2.1.6 Evaluar resultados:

1. Revisar los resultados del cambio y prepararse para realizar las correcciones.
2. Revisar los procesos o actividades necesarias.
3. Cuantificar los resultados.

2.1.7 Estandarizar:

1. Obtener la aprobación del cambio.
2. Comunicar la siguiente información a todo el personal que es afectado por el cambio.
3. Actualizar la documentación para reflejar los cambios en el proceso.
4. Actualizar los procesos de entrenamiento.
5. Tener toda la información debidamente registrada y almacenada.

2.1.7 VALOR ACTUAL NETO

El Valor actual neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t Representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 Es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n Es el número de periodos considerado.

El tipo de interés es k

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

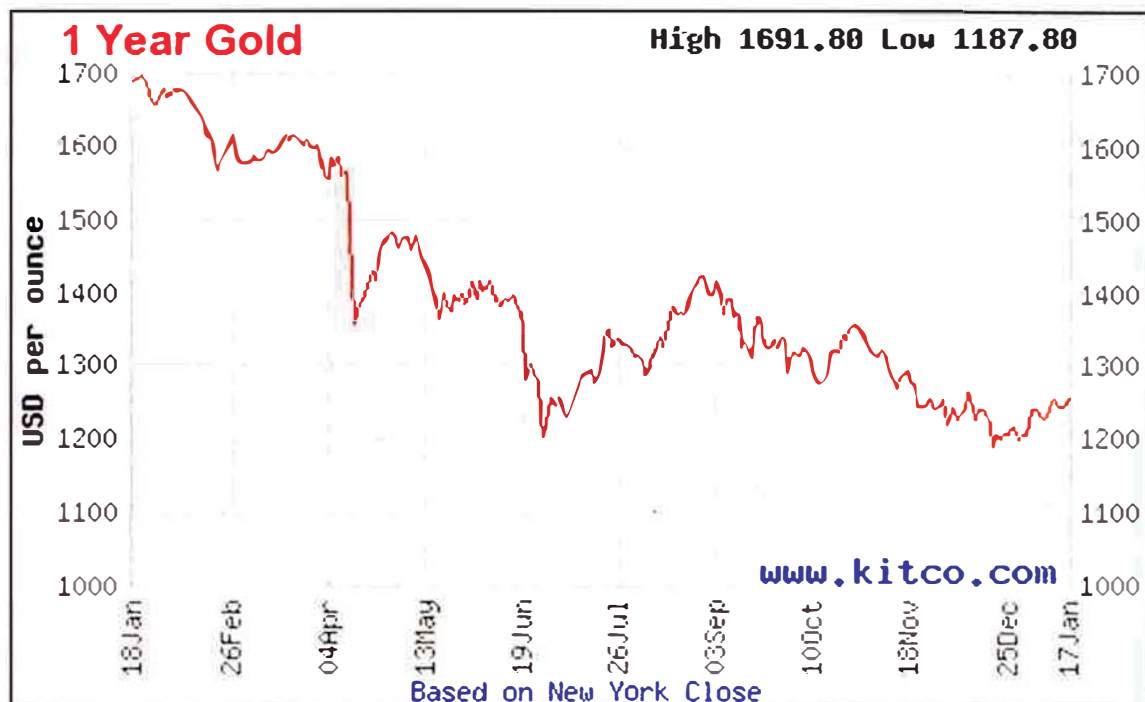
CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

3.1.1 SITUACION ACTUAL

En el mundo globalizado el mercado de los metales se ha visto afectado por la reducción de los precios, siendo uno de ellos el oro, principal producto de la Empresa Minera. Al iniciar el 2013 se tenía el precio de la onza US\$1,700 al finalizar el 2013 se tuvo un precio de US\$1200 considerando que lagunas norte produce aproximadamente 600,000 onzas al año estamos hablando que la perdida de ganancia por el precio de uno fue de US\$ 300MM. Por lo cual la empresa minera requiere que sus costos operativos se reduzcan de una manera responsable sin poner en riesgo los activos más importantes de Barrick: Las personas, la Comunidad y el entorno.

Figura N° 01: Tendencia de Precios de Onza



Fuente: Web www.kitco.com

Laguna Norte para no ser demasiado afectada por el precio del oro debe tomar acciones inmediatas. Se realizará el programa de reducción de costos, cuyo alcance será el área de mantenimiento mina.

ESTRUCTURA DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Componentes de costos de mantenimiento mina representan el 20% de todo el presupuesto de Lagunas Norte. Asimismo está compuesto de la siguiente forma:

- Costo de personal.
- Costo de servicios.
- Costo de repuestos.
- Costo de consumibles.
- Costo de consumibles.
- Costo de lubricantes.

Los costos de mantenimiento mina están distribuidos:

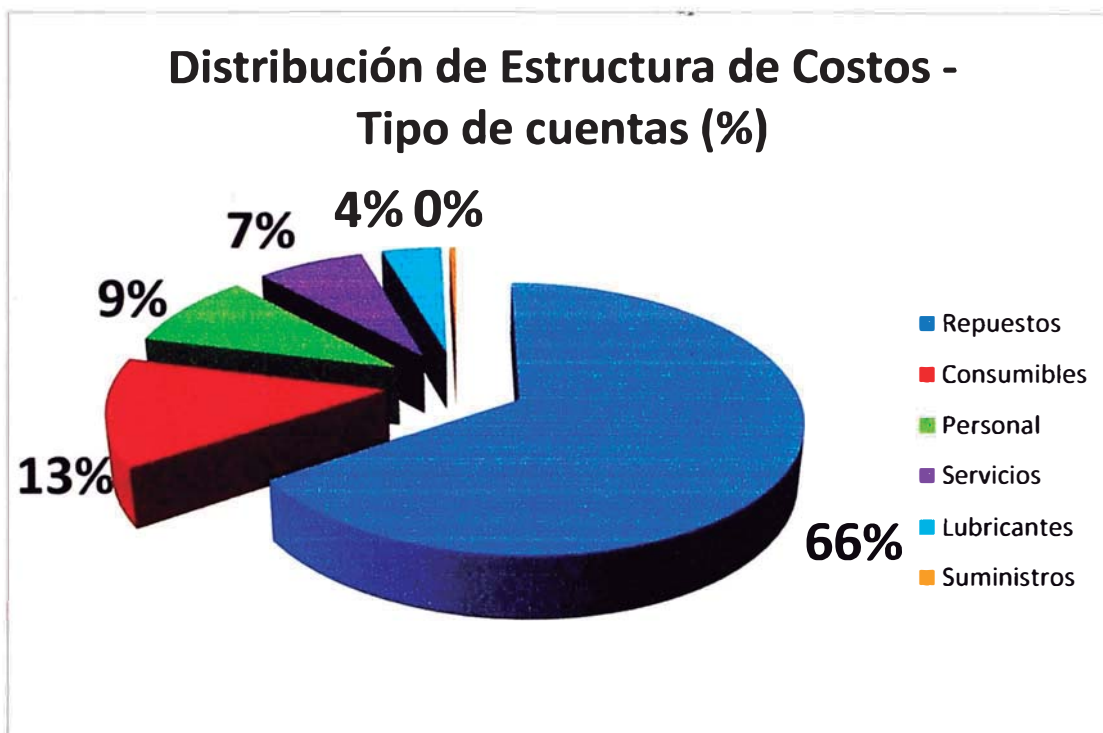


Figura: Elaboración propia.

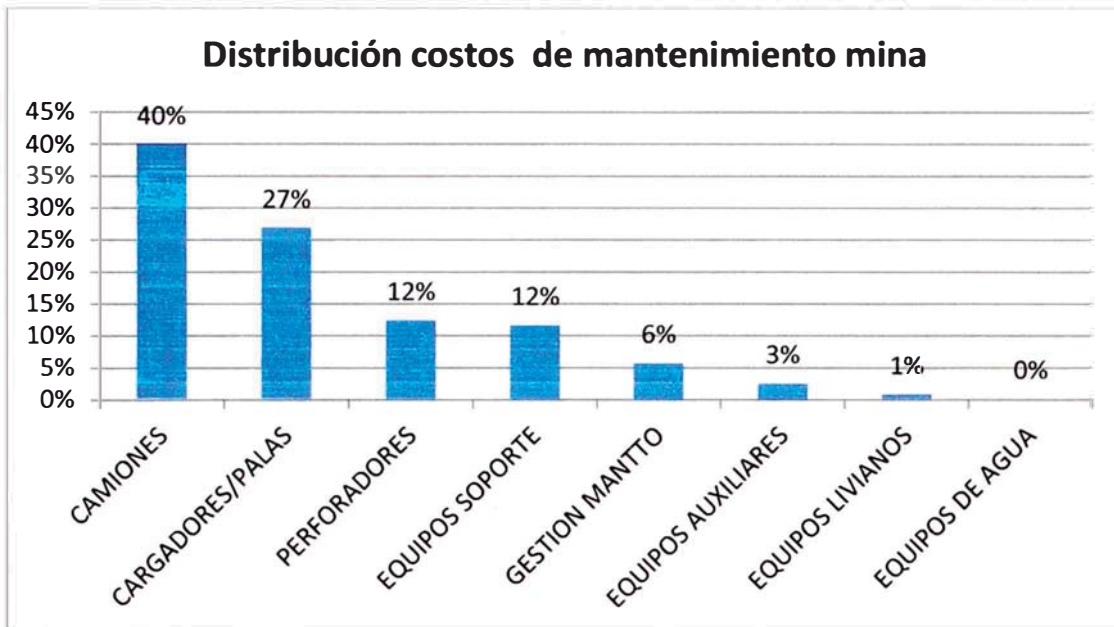
De acuerdo al gráfico el costo representativo se tiene en los repuestos de los equipos móviles de mantenimiento mina.

3.1.2 PROBLEMA

“Incremento del Costo Operativo por onza del oro en la empresa Minera”

3.2 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Se tiene la siguiente distribución de costos en porcentajes por flotas de equipos móviles del área de mantenimiento mina:



Fuente: Propio de la empresa minera.

Por un tema de confidencialidad de información de los costos de la empresa se ha colocado un porcentaje referente del costo por flotas de mantenimiento mina.

De acuerdo al gráfico de distribución de costos de mantenimiento mina, se tienen 2 alternativas:

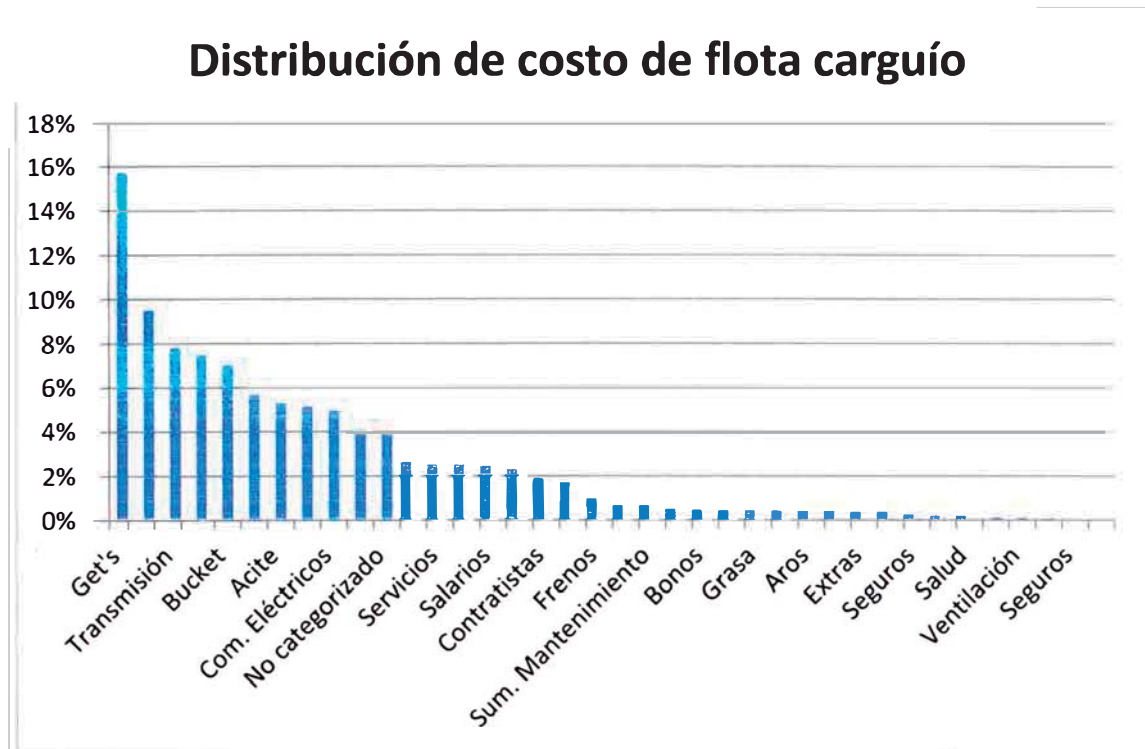
3.2.1 REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUÍO.

El mayor costo de mantenimiento se tiene en la flota de camiones (40%) y en la flota de carguío (28%).

En la alternativa N° 01 nos enfocariamos en analizar y reducir los costos de mantenimiento de los equipos de carguío que están conformados por los siguientes equipos:

- 2 Cargadores WA1200.
- 2 Palas PC4000.

Se tiene la siguiente distribución de costos en porcentaje del equipo de carguio de acuerdo a las horas operativas requeridas por el plan de minado:



Fuente: Elaboración propia.

De seleccionar la alternativa N° 01 nos enfocariamos en la reducción de costo de los elementos de desgaste (Get's, Cuchillas) y componentes de Transmisión: Transmisión/convertidor debido a que tienen el mayor porcentaje de costos en la flota de carguío.

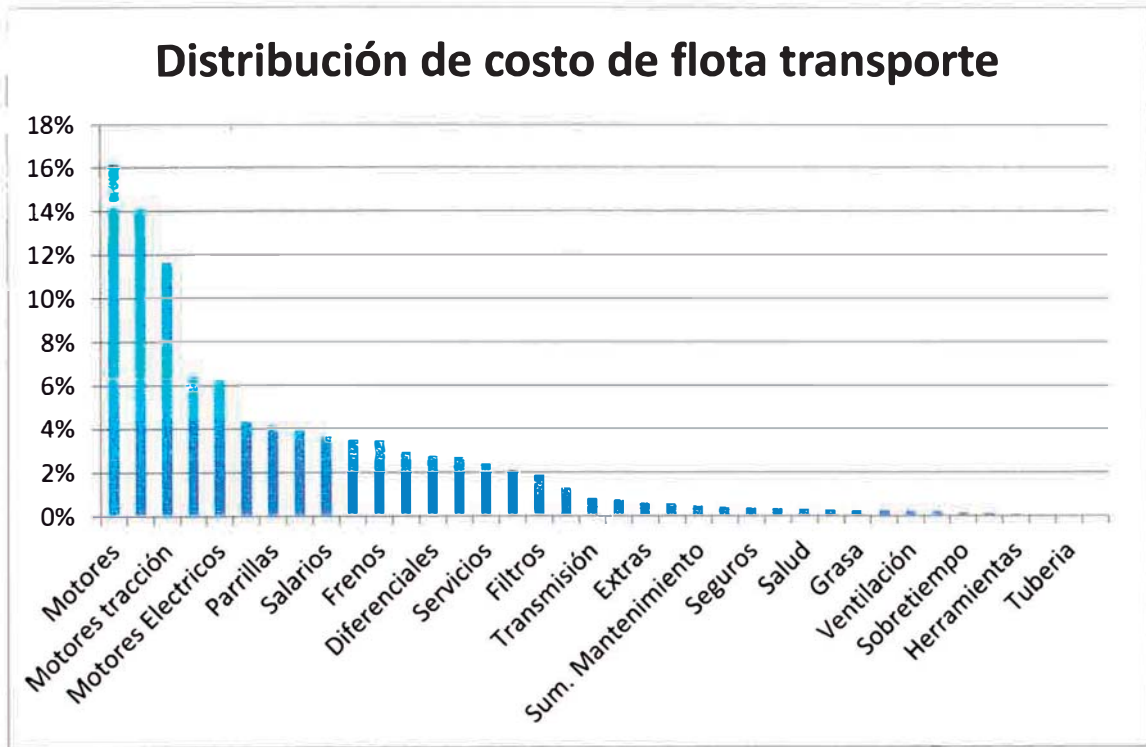
3.2.2 REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE TRANSPORTE

El mayor costo de mantenimiento se tiene en la flota de camiones (40%) y en la flota de carguío (28%).

En la alternativa N° 02 nos enfocariamos en analizar y reducir los costos del mantenimiento de los equipos de transporte. La flota de transporte esta conformado por los siguientes equipos:

- 19 camiones 730E – Komatsu.
- 04 Camiones 785C - Caterpillar

Se tiene la siguiente distribución de costos del equipo de transporte de acuerdo a las horas operativas requeridas por el plan de minado:



Fuente: Propio de la empresa minera.

De seleccionar la alternativa N° 02 nos enfocaríamos en la reducción de costos de: Motores Diésel y Neumáticos debido a que tienen el mayor porcentaje de costos en la flota de transporte.

3.3 SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Matriz Multicriterio

Para establecer los valores "P" y "V" se estableció una reunión con la gerencia y Superintendencia de Mantenimiento así como el supervisor de confiabilidad. "V" toma los valores de 1 a 5, siendo 1 el menos favorable y 5 el más favorable.

P = Ponderación

V = Valor

PESOS	Factibilidad		Sencillez		Impacto en el área		Coste		Total
	P=1		P=1		P=2		P=-1		
	V	VxP	V	VxP	V	VxP	V	VxP	
REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE CARGUIO	3	3	2	2	3	6	3	-3	8
REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE TRANSPORTE	3	3	4	4	4	8	3	-3	12

Del análisis anterior se escoge la segunda alternativa básicamente por el criterio de impactos debido a la mayor cantidad de equipos que se tiene en la flota de transporte.

3.4 PLANES DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCION PLANTEADA

De acuerdo a la alternativa seleccionada se procedió a analizar la frecuencia de cambios de Motores Diésel y Neumáticos.

Motores Diésel:

Para realizar la alternativa de solución se realizaron los siguientes pasos:

- a) Situación actual de cambio de motores:
- b) Análisis de frecuencia de cambio de Motores.
- c) Análisis Ishikawa
- d) Priorización de Actividades.
- e) Implementación de Acciones
- f) Monitoreo de los planes de Acción

a) Situación actual

Los motores Diésel de los camiones 730E tienen un costo de US\$450,000 nuevo y reparado US\$250,000. El cambio de motores diésel por mantenimiento preventivo se realiza cada 13,000 horas operativas, de acuerdo a esta frecuencia se carga en el Xeras (Software de Presupuesto de Mantenimiento).

Code	Child	ID	FuncLoc	PrdD	PriDesc	Assembly	Cap	IntType	Interval	LinkEvt
730E CAMIONES KOMATSU 730E										
Child	Activity Number	Motor Name	Component ID	Work Description	Assembly	Capitalized work?	Frequency Type	Frequency	Linked Event	
				11-20917- Repair 730E	Tire	No	Hours	4,000	12	
				12-20917- Repair 730E	Tire	No	Hours	4,000	12	
Components										
ENGS	KOM730ELN012	Motor Diesel	KOM730ELN012	Motor Diesel	Engine	No	Hours	13,000	12	
ENGS	KOM730ELN001	Motor Diesel	KOM730ELN001	Motor Diesel	Engine	No	Hours	13,000	12	

De acuerdo a la frecuencia establecida se tiene la siguiente proyección de cambios de motores diésel de los camiones 730E para la vida de la Mina.

Proyección de cambios de motores

Eq. Description	Equipment	Year1	Year2	Year3	Year4	Year5
CAMION KOMATSU 730E 01	LN11123TRH001	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 02	LN11123TRH002	-	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 03	LN11123TRH003	-	220,500	-	220,500	220,500
CAMION KOMATSU 730E 04	LN11123TRH004	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 05	LN11123TRH005	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 06	LN11123TRH006	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 07	LN11123TRH007	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 08	LN11123TRH008	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 09	LN11123TRH009	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 10	LN11123TRH010	220,500	-	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 11	LN11123TRH011	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 12	LN11123TRH012	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 13	LN11123TRH013	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 14	LN11123TRH014	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 15	LN11123TRH015	-	220,500	-	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 16	LN11123TRH016	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 17	LN11123TRH017	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 18	LN11123TRH018	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 19	LN11123TRH019	220,500	-	220,500	-	220,500

Figura: Elaboración propia.

De acuerdo a la proyección de cambio de motores diésel, se tendría un costo de motores diésel en los 5 años de operación de US\$ 11,025,000.

Asimismo al realizar mayores cambios de motores diésel a los camiones también afectamos la disponibilidad del equipo poniendo en riesgo la producción del plan de minado.

b) Análisis de frecuencia de motores diésel

Se adjunta el gráfico cambios de Motores Diésel, se identifica que hay motores que han llegado a las 20,000 horas (riesgo mayor donde puede tener una falla fatal del motor) así como también motores que han durado 5,000 horas. De acuerdo al análisis de visualiza que la mayor proporción se encuentra en el rango de 14,000 a 17,000 horas.

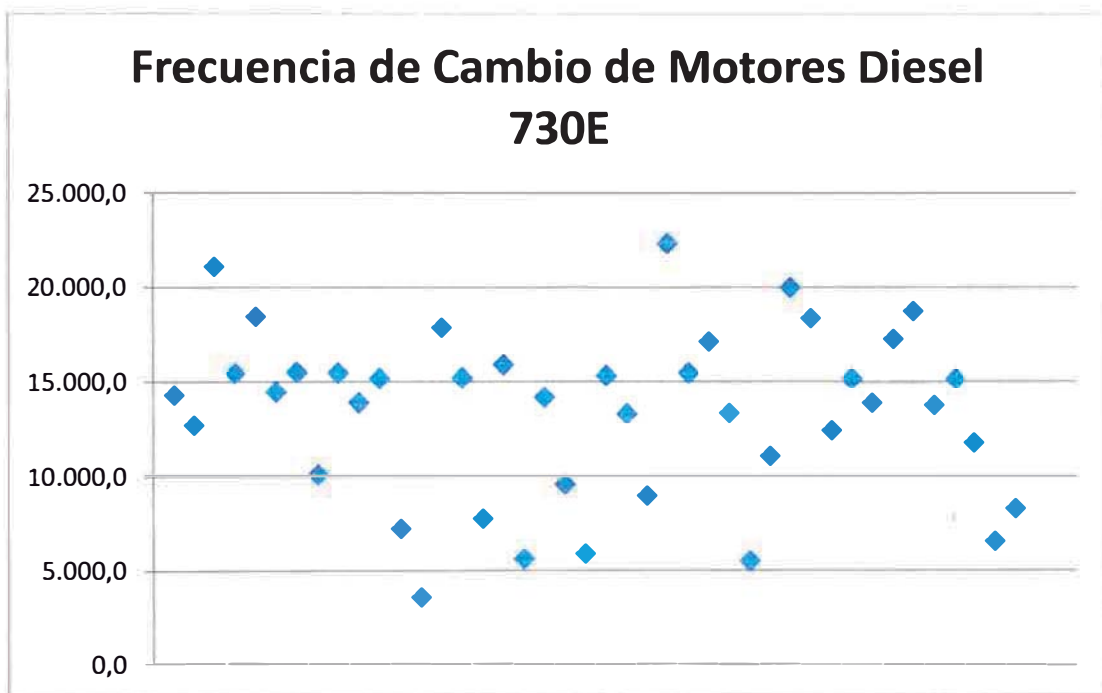


Figura: Elaboración propia

c) Análisis Ishikawa

De acuerdo al gráfico adjunto se realizó una reunión con las siguientes personas con la finalidad de identificar la causa de los motores diésel tengan una duración de 13,000 horas a 17,000 horas y que la variabilidad de frecuencia de cambio sea mínimo.

Para lo cual se tuvo la participación de los siguientes asistentes:

- Gerente General de mantenimiento.
- Superintendente de mantenimiento Mina.
- Superintendente de Ingeniería Mantenimiento.
- Supervisor de confiabilidad Mina.
- Supervisor de taller Mina.
- Técnicos Líder de Mantenimiento Mina.
- Ingeniero de Confiabilidad Mina.
- Supervisor Sénior de Mejora Continua de Mantenimiento.
- Supervisor de Costos.
- Especialista de Komatsu.

De acuerdo al personal asistente se realizó el diagrama de Ishikawa donde se identificaron las causas de la frecuencia de cambio de motores sea menor a 17,000 horas.

Diagrama Ishikawa – Menor duración de frecuencia de motores

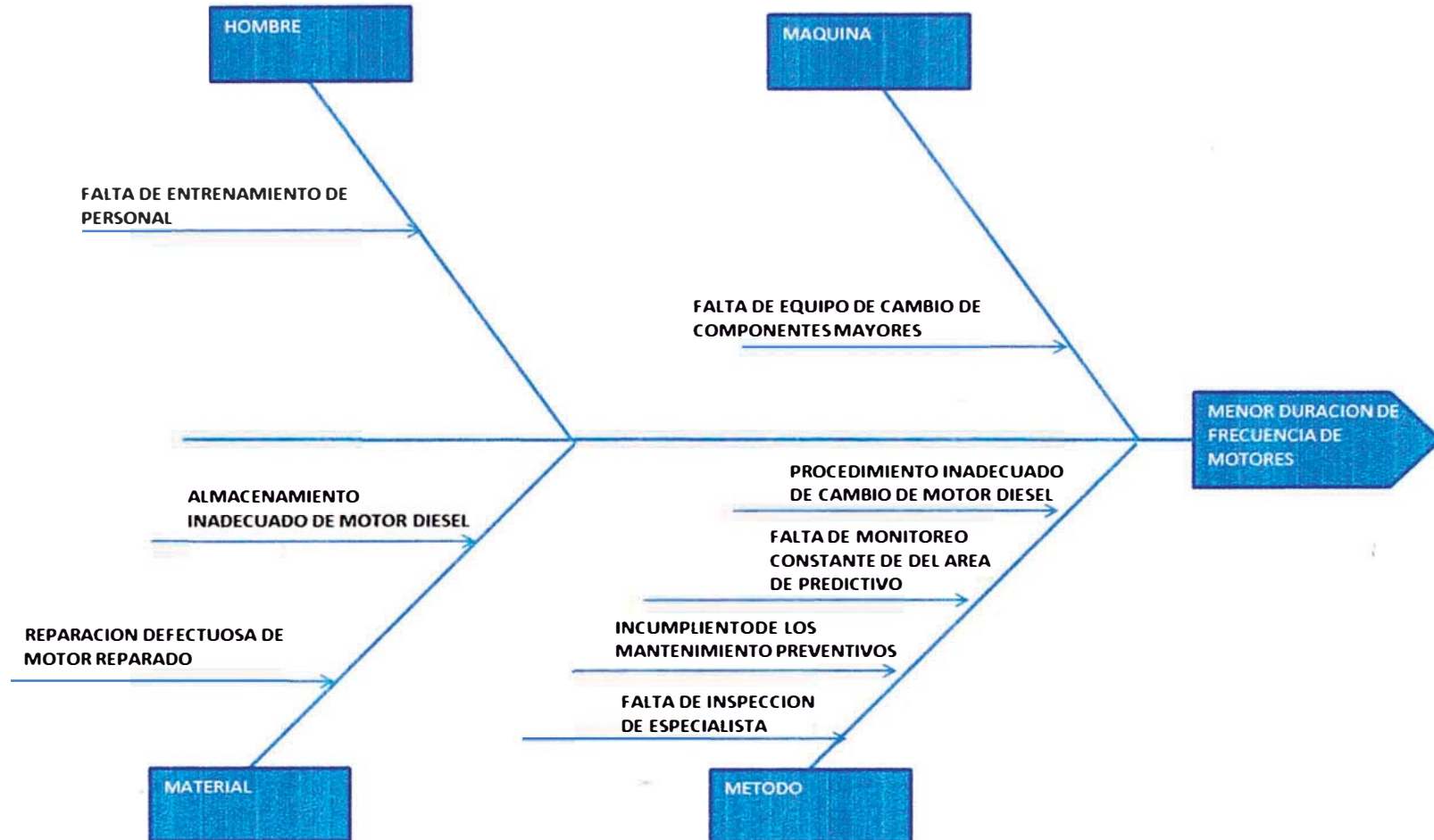


Figura: Propio de la empresa minera.

d) Priorización de actividades.-

De acuerdo al Diagrama Ishikawa se han generado los siguientes planes de acción:

Categoría	Causa	Acción
Hombre	Falta de Entrenamiento del persona	Incluir en el Plan de Entrenamiento "Capacitación de Motores Diésel"
Maquina	Falta de Equipo de cambio de componentes Mayores	Gestionar la compra de un Equipo para cambio de componentes.
Material	Almacenamiento inadecuado del motor diésel	Coordinar con Almacén la creación de una zona de almacenamiento de Motores Diésel
Material	Almacenamiento inadecuado del motor diésel	Gestionar las reparaciones de acuerdo a la planificación de cambios de componentes
Material	Reparación defectuosa del Motor	Gestionar prueba de calidad de las reparaciones de motores Diésel por el Proveedor Komatsu.
Método	Procedimiento inadecuado del cambio de Motor	Actualizar el procedimiento del cambio de motor Diésel de camiones 730E Komatsu.
Método	Falta de Monitoreo por el área de Predictivo	Cambiar la frecuencia de inspección de los motores diésel en cada inspección general, cada 125 horas.
Método	Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo (250 Horas)	Monitorear la precisión de servicio del cambio de Motores Diésel.
Método	Falta de Inspección de Especialista	Contratar al especialista Komatsu para la inspección y análisis in situ.

Con los siguientes planes de acción que se implementaron la frecuencia de cambio de motores diésel se realizan cada 17,000 horas.

Neumáticos:

Para realizar la alternativa de solución se realizaron los siguientes pasos:

- a) Situación actual de cambio de neumáticos:
- b) Análisis de frecuencia de cambio de neumáticos.
- c) Análisis Ishikawa
- d) Priorización de Actividades.
- e) Implementación de Acciones
- f) Monitoreo de los planes de Acción.

a) Situación Actual – Neumáticos:

Los neumáticos de los camiones 730E tienen un costo de US\$36,000, cada camión tiene 6 neumáticos. Se identificó que los neumáticos de los camiones 730E - Komatsu en las posiciones delanteras se realizaban los cambios en promedio 3,500 horas y en algunos casos a 2,000 horas, de acuerdo al gráfico adjunto. El cambio de neumáticos por mantenimiento preventivo se realiza cada 3,500 horas operativas, de acuerdo a esta frecuencia se carga en el Xeras (Software de Presupuesto de Mantenimiento).

Work Description	Assembly	Capitalized work?	Frequency Type	Frequency	Linked Event
37_00R57Michellin (730E)	Tire	No	Hours	3,500	73
37_00R57Michellin (730E)	Tire	No	Hours	3,500	73

De acuerdo a la frecuencia establecida de 3,500 horas se tiene la siguiente proyección de cambios de neumáticos de los camiones 730E para la vida de la mina.

Proyección de cambios de neumáticos

Eq. Description	Equipment	Year1	Year2	Year3	Year4	Year5
CAMION KOMATSU 730E 01	LN11123TRH001	184,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 02	LN11123TRH002	184,000	164,000	184,000	92,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 03	LN11123TRH003	112,000	164,000	174,000	174,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 04	LN11123TRH004	164,000	184,000	164,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 05	LN11123TRH005	184,000	164,000	184,000	92,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 06	LN11123TRH006	92,000	184,000	164,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 07	LN11123TRH007	184,000	164,000	92,000	184,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 08	LN11123TRH008	164,000	184,000	164,000	128,000	148,000
CAMION KOMATSU 730E 09	LN11123TRH009	164,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 10	LN11123TRH010	184,000	164,000	174,000	102,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 11	LN11123TRH011	184,000	164,000	164,000	184,000	92,000
CAMION KOMATSU 730E 12	LN11123TRH012	164,000	174,000	102,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 13	LN11123TRH013	164,000	174,000	174,000	92,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 14	LN11123TRH014	164,000	184,000	164,000	164,000	112,000
CAMION KOMATSU 730E 15	LN11123TRH015	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 16	LN11123TRH016	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 17	LN11123TRH017	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 18	LN11123TRH018	92,000	164,000	184,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 19	LN11123TRH019	184,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 20	LN11123TRH020	94,624	74,872	149,744	-	-
CAMION KOMATSU 730E 21	LN11123TRH021	74,872	74,872	149,744	-	-
CAMION KOMATSU 730E 22	LN11123TRH022	74,872	149,744	74,872	-	-
CAMION KOMATSU 730E 23	LN11123TRH023	74,872	129,992	149,744	-	-

Figura: Elaboración propia.

De acuerdo a la proyección de cambio de neumáticos, se tendría un costo de neumáticos en los 5 años de operación de US\$ 16,376,000.

Asimismo al realizar mayores cambios de neumáticos a los camiones también afectamos la disponibilidad del equipo poniendo en riesgo la producción del plan de minado.

b) Análisis de frecuencia de motores diésel

Se adjunta el gráfico cambios de neumáticos, se identifica que hay neumáticos que han llegado a las 4,000 horas así como también neumáticos que han sido cambiados a las 1,700 horas de operación.

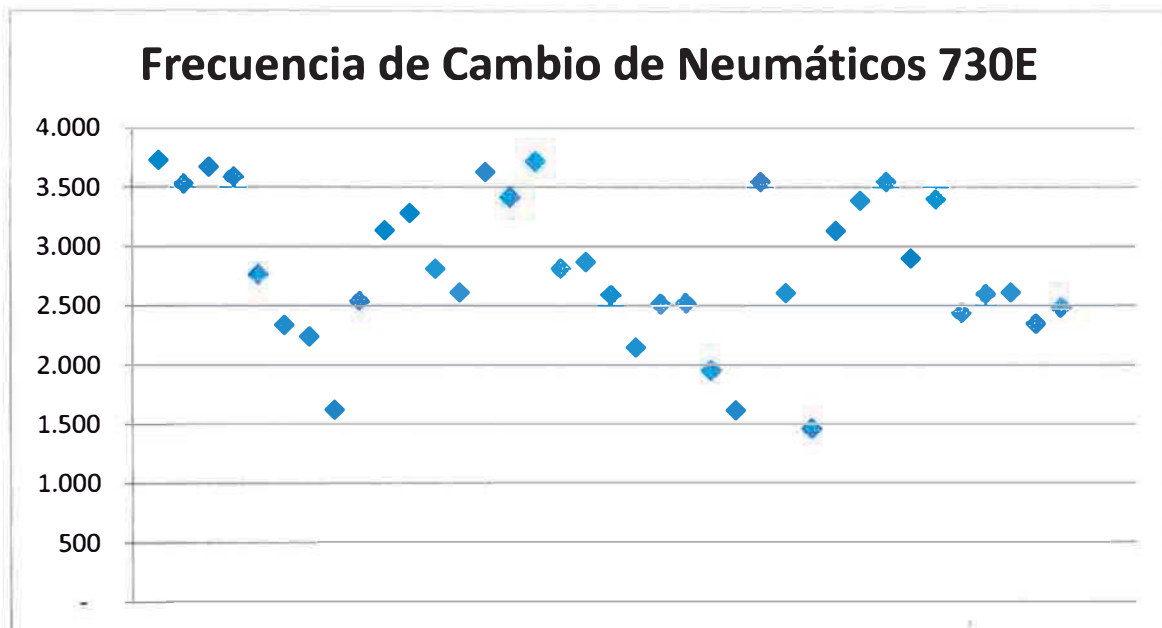


Figura: Elaboración propia

c) Análisis Ishikawa - Neumáticos

De acuerdo al gráfico adjunto se realizó una reunión con las siguientes personas con la finalidad de identificar la causa de los motores diésel tengan una duración de 13,000 horas a 17,000 horas y que la variabilidad de frecuencia de cambio sea mínimo.

Para lo cual se tuvo la participación de los siguientes asistentes:

- Gerente General de mantenimiento.
- Superintendente de mantenimiento Mina.
- Superintendente de Ingeniería Mantenimiento.
- Supervisor de confiabilidad Mina.
- Supervisor de taller Mina.
- Supervisor de Neuma - Contratista de servicio de neumáticos.
- Ingeniero de Confiabilidad Mina.
- Supervisor Sénior de Mejora Continua de Mantenimiento.
- Supervisor de Costos.
- Especialista de Michelin .

De acuerdo al personal asistente se realizó el diagrama de Ishikawa donde se identificaron las causas de la frecuencia de cambio de neumáticos sea menor a 4,000 horas.

Diagrama Ishikawa – Menor duración de frecuencia de neumáticos

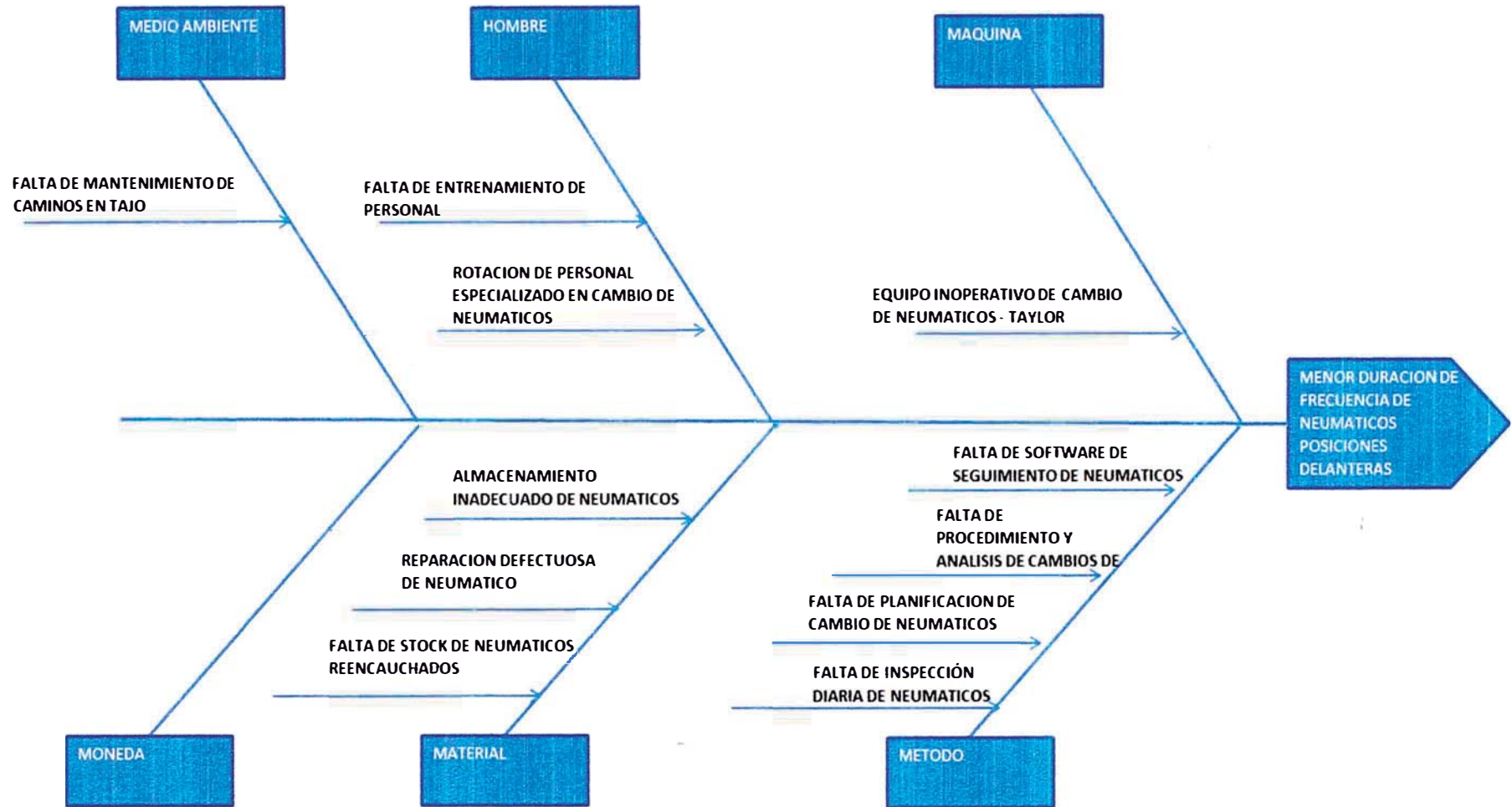


Figura: Propio de la empresa minera.

d) Priorización de actividades.-

De acuerdo al Diagrama Ishikawa se realizaron los siguientes planes de acción:

Categoría	Causa	Acción
Medio Ambiente	Falta de Mantenimiento en Tajo	Coordinar con Operaciones Mina el mantenimiento de las vías con la Motoniveladora GD825A.
Hombre	Falta de Entrenamiento de Personal	Incluir en el Plan de Entrenamiento curso de neumáticos.
Hombre	Rotación de Personal	Coordinar con el contratista reducir la rotación del persona
Hombre	Rotación de Personal	Incluir en el contrato con el Proveedor el kpi de Rotación de Personal
Máquina	Equipo inoperativo para cambio de neumáticos	Coordinar con Contratista Mannucci, incremente la Disponibilidad y Confiabilidad del Taylor.
Material	Almacenamiento Inadecuado de Neumáticos	Coordinar con Almacén zona de almacenamiento de neumáticos
Material	Reparación defectuosa del Neumático	Realizar cláusula de calidad en reparación de neumáticos.
Material	Falta de Stock de neumáticos reencauchados	Coordinar con Logística la demanda sea satisfecha de los neumáticos reencauchados.
Método	Falta de Software para seguimiento de neumáticos	Implementar el Klinge para el monitoreo de neumáticos
Método	Falta de Procedimiento y metodología de cambio de neumáticos	Implementar el Klinge para el monitoreo de neumáticos
Método	Falta de Planificación de cambio de neumáticos	Incluir en el Programa Semanal los cambios de neumáticos.
Método	Falta de Inspección Diaria de neumáticos	Realizar inspección diaria de los neumáticos

Con los siguientes planes de acción que se implementaron la frecuencia de cambio de neumáticos posición delantera se realizan cada 4,000 horas.

CAPITULO IV: ANALISIS BENEFICIO – COSTO

4.1 SELECCIÓN DE CRITERIO DE EVALUACIÓN

Para Evaluar la viabilidad de la solución planteada, tomaremos el siguiente criterio de evaluación:

1. **Valor Actual Neto:** Este indicador permitirá saber si el proyecto se acepta a verificar que los flujos llevados al presente y restados de la inversión inicial me dan como resultados un valor mayor o igual a cero.

4.2 INFORMACION DE SITUACIÓN ECONOMICA

Analizaremos la situación actual del presupuesto de mantenimiento mina en la cuenta de Motores Diésel y Neumáticos de los camiones 730E.

a) Motores Diésel

Se realizó el presupuesto de la cuenta de Motores Diésel considerando la frecuencia de 13,000 Horas.

Proyección de cambio de motores diesel

Eq. Description	Equipment	Year1	Year2	Year3	Year4	Year5
CAMION KOMATSU 730E 01	LN11123TRH001	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 02	LN11123TRH002	-	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 03	LN11123TRH003	-	220,500	-	220,500	220,500
CAMION KOMATSU 730E 04	LN11123TRH004	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 05	LN11123TRH005	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 06	LN11123TRH006	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 07	LN11123TRH007	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 08	LN11123TRH008	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 09	LN11123TRH009	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 10	LN11123TRH010	220,500	-	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 11	LN11123TRH011	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 12	LN11123TRH012	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 13	LN11123TRH013	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 14	LN11123TRH014	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 15	LN11123TRH015	-	220,500	-	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 16	LN11123TRH016	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 17	LN11123TRH017	220,500	-	220,500	-	220,500
CAMION KOMATSU 730E 18	LN11123TRH018	-	220,500	-	220,500	-
CAMION KOMATSU 730E 19	LN11123TRH019	220,500	-	220,500	-	220,500

La vida de la Mina es de 5 años con lo cual se incluye el costo anual.

b) Neumáticos

Se realizó el presupuesto de la cuenta de Neumáticos considerando la frecuencia de 3,500 horas.

Proyección de cambio de neumáticos

Eq. Descripción	Equipo	Year1	Year2	Year3	Year4	Year5
CAMION KOMATSU 730E 01	LN11123TRH001	184,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 02	LN11123TRH002	184,000	164,000	184,000	92,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 03	LN11123TRH003	112,000	164,000	174,000	174,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 04	LN11123TRH004	164,000	184,000	164,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 05	LN11123TRH005	184,000	164,000	184,000	92,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 06	LN11123TRH006	92,000	184,000	164,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 07	LN11123TRH007	184,000	164,000	92,000	184,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 08	LN11123TRH008	164,000	184,000	164,000	128,000	148,000
CAMION KOMATSU 730E 09	LN11123TRH009	164,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 10	LN11123TRH010	184,000	164,000	174,000	102,000	164,000
CAMION KOMATSU 730E 11	LN11123TRH011	184,000	164,000	164,000	184,000	92,000
CAMION KOMATSU 730E 12	LN11123TRH012	164,000	174,000	102,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 13	LN11123TRH013	164,000	174,000	174,000	92,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 14	LN11123TRH014	164,000	184,000	164,000	164,000	112,000
CAMION KOMATSU 730E 15	LN11123TRH015	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 16	LN11123TRH016	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 17	LN11123TRH017	164,000	184,000	92,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 18	LN11123TRH018	92,000	164,000	184,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 19	LN11123TRH019	184,000	164,000	112,000	164,000	184,000
CAMION KOMATSU 730E 20	LN11123TRH020	94,624	74,872	149,744	-	-
CAMION KOMATSU 730E 21	LN11123TRH021	74,872	74,872	149,744	-	-
CAMION KOMATSU 730E 22	LN11123TRH022	74,872	149,744	74,872	-	-
CAMION KOMATSU 730E 23	LN11123TRH023	74,872	129,992	149,744	-	-

Se tiene la proyección de costos de los 5 años de vida de la mina.

4.3 RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Procedemos a evaluar la evaluación económica de las soluciones planteadas para el ahorro de costos de Mantenimiento

Mina. Costeo de Planes de acción - Motores Diésel.

Categoría	Causa	Acción	Costo	Comentario	Costo Operativo
Hombre	Falta de entrenamiento del persona	Incluir en el Plan de Entrenamiento "Capacitación de Motores Diésel"	15.000	Incluir en el Presupuesto de Mantenimiento	15.000
Maquina	Falta de equipo de cambio de componentes Mayores	Gestionar la compra de un equipo para cambio de componentes	-		-
Material	Almacenamiento inadecuado del motor diésel	Coordinar con almacén la creación de una zona de almacenamiento de motores diésel	40.000	Implementación de área de almacenamiento motores	-
Material	Almacenamiento inadecuado del motor diésel	Gestionar las reparaciones de acuerdo a la planificación de cambios de componentes	-	Mejora en la planificación de reparaciones	-
Material	Reparación defectuosa del motor	Gestionar prueba de calidad de las reparaciones de motores diésel por el proveedor komatsu	-	Gestión de calidad de reparaciones	-
Método	Procedimiento inadecuado del motor	Actualizar el procedimiento del cambio de motor diésel de camiones 730E komatsu	-	Actualizar procedimiento de cambio de motor	-
Método	Falta de monitoreo por el área de predictivo	Cambiar las frecuencia de inspección del motores diésel en cada inspección general, cada 125 horas	-	Mejorar la planificación de las inspecciones de los motores Diésel	-
Método	Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo (250 Horas)	Monitorear la precisión de servicio del cambio de motores diésel	-	Controlar la precisión del servicio	-
Método	Falta de inspección de especialista	Contratar al especialista Komatsu para la inspección y análisis in situ	228.000	Contratar personal especializado en motores diésel	228.000
Inversión			283.000	Costo Operativo Anual	243.000

De acuerdo a la inversión y costos operativos se tiene la siguiente distribución de flujo de caja:

	Inversión Inicial	1 2014	2 2015	3 2016	4 2017	5 2018
Costos en US\$						
1.- Modificación Frecuencia						
Cambio de Motores		\$1,984,500	\$1,543,500	\$1,543,500	\$2,425,500	\$661,500
Inversión	\$283,000					
Costo Operativo		\$228,000	\$228,000	\$228,000	\$228,000	\$228,000
Flujo de Caja	\$283,000	\$2,212,500	\$1,771,500	\$1,771,500	\$2,653,500	\$889,500
2.- Frecuencia Actual						
Cambio de Motores	\$0	\$2,646,000	\$1,323,000	\$2,646,000	\$1,323,000	\$3,087,000
Flujo de Caja	\$0	\$2,646,000	\$1,323,000	\$2,646,000	\$1,323,000	\$3,087,000
Flujo de Caja Economico (2-1)	-\$283,000	\$433,500	-\$448,500	\$874,500	-\$1,330,500	\$2,197,500
NPV @ 0%	1.443,500					
NPV @ 5%	1,105,674					
NPV @ 10%	853,180					

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al flujo de caja se tiene un VAN al 10% de US\$853,180, lo cual indica que se tendría un ahorro de US\$853,180 con la implementación de la solución de planteada para el incremento del valor de la frecuencia de cambio de motores.

Beneficios de la Solución:

- 1) Ahorro de costos de mantenimiento mina.
- 2) Incremento de los KPI's de la flota de Camiones: disponibilidad, confiabilidad.
- 3) Mejora de la Gestión de Planificación y Programación.
- 4) Reducción en los costos de inventario.

Costeo de Planes de acción - Neumáticos

Categoría	Causa	Acción	Costo	Comentario	Costo Operativo
Medio Ambiente	Falta de mantenimiento en tajo	Coordinar con operaciones mina el mantenimiento de las vías con la motoniveladora GD825A	-	Mejora de gestión de operaciones mina	-
Hombre	Falta de entrenamiento de personal	Incluir en el plan de entrenamiento curso de neumáticos	15.000	Se adiciona al presupuesto de mantenimiento mina	15.000
Hombre	Rotación de Personal	Coordinar con el contratista reducir la rotación del persona	-	Controlar gestión de contratista del servicio de mantenimiento de neumáticos	-
Hombre	Rotación de Personal	Incluir en el contrato con el tercero el kpi de rotación de personal	-	Controlar gestión de contratista del servicio de mantenimiento de neumáticos	-
Maquina	Equipo Inoperativo para cambio de neumáticos	Coordinar con contratista Mannucci, incremente la disponibilidad y confiabilidad del taylor	-	Controlar gestión de contratista del servicio de mantenimiento de equipos soporte	-
Material	Almacenamiento inadecuado de neumáticos	Coordinar con almacén zona de almacenamiento de neumáticos	40.000	Implementación de área de almacenamiento de neumáticos	-
Material	Reparación defectuosa del neumático	Realizar clausula de calidad en reparación de neumáticos	-	Controlar gestión de contratista del servicio de reparación de neumáticos	-
Material	Falta de stock de neumáticos reencauchados	Coordinar con logística la demanda sea satisfecha de los neumáticos reencauchados	-	Mejorar la gestión de contratos	-
Método	Falta de software para seguimiento de neumáticos	Implementar el Klinge para el monitoreo de neumáticos	-	Se habilitará el software que esta incluido en el servicio de mantenimiento del contratista	-
Método	Falta de procedimiento y metodología de cambio de neumáticos	Implementar el Klinge para el monitoreo de neumáticos	-	Se habilitará el software que esta incluido en el servicio de mantenimiento del contratista	-
Método	Falta de planificación de cambio de neumáticos	Incluir en el programa semanal los cambios de neumáticos	-	Mejora en la planificación de cambio de neumáticos	-
Método	Falta de inspección diaria de neumáticos	Realizar inspección diaria de los neumáticos	-	Mejora en la inspecciones de neumáticos	-

Inversión 55.000 Costo Operativo Anual 15.000

De acuerdo a los costos de la inversión y costos operativos realizaremos el flujo de caja de la solución planteada:

	Inversión Inicial	1 2014	2 2015	3 2016	4 2017	5 2018
Costos en US\$						
1.- Modificación Frecuencia						
Cambio de Neumaticos		\$3,235,240	\$2,913,480	\$3,584,104	\$2,276,000	\$3,000,000
Inversión	\$55,000					
Costo Operativo		\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000	\$15,000
Flujo de Caja	\$55,000	\$3,250,240	\$2,928,480	\$3,599,104	\$2,291,000	\$3,015,000
2.- Frecuencia Actual						
Cambio de Neumaticos	\$0	\$3,379,240	\$3,705,480	\$3,224,104	\$2,852,000	\$3,216,000
Flujo de Caja	\$0	\$3,379,240	\$3,705,480	\$3,224,104	\$2,852,000	\$3,216,000
Flujo de Caja Economico (2-1)	-\$55,000	\$129,000	\$777,000	-\$375,000	\$561,000	\$201,000
NPV @ 0%	\$1,238,000					
NPV @ 5%	\$1,067,705					
NPV @ 10%	\$930,654					

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al flujo de caja se tiene un VAN al 10% de US\$930,654, lo cual indica que se dejaría de gastar US 930,654 con la implementación de la solución de planteada para el incremento del valor de la frecuencia de cambio de neumáticos.

Beneficios de la Solución:

- 1) Ahorro de costos de Mantenimiento Mina.
- 2) Incremento de los KPI's de la Flota de Camiones: Disponibilidad, Confiabilidad.
- 3) Mejora de la Gestión de Planificación y Programación.
- 4) Reducción en los costos de inventario.

VALOR ACTUAL NETO DE MEJORA EN NEUMATICOS Y MOTORES DIESEL

Realizando el flujo de caja de la solución planteada de modificación de frecuencia de cambio de Motores Diésel y Neumáticos de los camiones 730E.

	Inversión Inicial	1 2014	2 2015	3 2016	4 2017	5 2018
Costos en US\$						
1.- Modificación Frecuencia						
Cambio de Neumaticos&Motores		-\$5,219,740	-\$4,456,980	-\$5,127,604	-\$4,701,500	-\$3,661,500
Inversión	-\$338,000					
Costo Operativo		-\$243,000	-\$243,000	-\$243,000	-\$243,000	-\$243,000
Flujo de Caja	-\$338,000	-\$5,462,740	-\$4,699,980	-\$5,370,604	-\$4,944,500	-\$3,904,500
2.- Frecuencia Actual						
Cambio de Neumaticos&Motor	\$0	-\$6,025,240	-\$5,028,480	-\$5,870,104	-\$4,175,000	-\$6,303,000
Flujo de Caja	\$0	-\$6,025,240	-\$5,028,480	-\$5,870,104	-\$4,175,000	-\$6,303,000
Flujo de Caja Economico (2-1)	-\$338,000	\$562,500	\$328,500	\$499,500	-\$769,500	\$2,398,500
NPV @ 0%	\$2,681,500					
NPV @ 5%	\$2,173,378					
NPV @ 10%	\$1,783,834					

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis económico de las soluciones planteadas para la cuenta de motores y Neumáticos de los camiones 730E, se tiene un ahorro de **US\$1,783.834 (10%)**.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La optimización de las frecuencias realizadas en el presente trabajo en los componentes de los motores diésel y neumáticos se tuvo un ahorro de US\$1,783.834 en la flota de transporte.

La optimización de frecuencia realizada en el presente trabajo se tuvo el incremento de la disponibilidad de la flota de transporte por lo tanto mayores horas para la producción, incremento de mineral movido.

La optimización de frecuencia realizada en el presente trabajo impacta en el stock de los motores y neumáticos por lo tanto también disminuye el costo total de inventario de la empresa.

El establecimiento de las frecuencias de cambio de componentes de los equipos móviles de la empresa minera debe ser analizado de acuerdo a la data histórica con la finalidad de obtener una frecuencia de acuerdo a la realidad de la operación.

El proceso logístico es clave para la optimización de costos debido a que al no tener los componentes en la mina esto incrementa los costos operativos al traer los componentes por emergencia: traslados aéreos, traslados en movilidad exclusiva, etc.

La optimización de frecuencias tiene un efecto muy grande en los KPI's del área de mantenimiento: Costos, Disponibilidad y Confiabilidad.

La gestión de Mantenimiento: Identificación, Planificación, Programación, Ejecución, Completado y análisis deben trabajar en conjunto con la finalidad de lograr las metas: disponibilidad, confiabilidad y costos.

RECOMENDACIONES:

Evaluar los componentes mayores de las flotas móviles de la Empresa Minera: Flota de Cargadores, Flotas de Palas y Flota de Perforadoras. Son las flotas que generan mayor costo de operación.

El área de confiabilidad debe tener la responsabilidad de evaluar periódicamente las frecuencias de los principales componentes mayores de mantenimiento mina.

Ampliar la metodología utilizada en el presente trabajo para el área de mantenimiento procesos en donde se tiene el mismo tipo oportunidades de mejora.

Evaluación de las tareas actuales en los componentes del presente trabajo, aplicando la metodología: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad – RCM2 con la finalidad de realizar actividades que agreguen valor a la organización.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- John Moubray / Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCMII.
- 2.- Estándares de Procesos de Mantenimiento Barrick:
<http://perlimww1/workspaces/MANTSARBU/Planes%20Estratgicos%20de%20Mantenimiento/Forms/AllItems.aspx> Fecha de consulta: 15/04/2014
- 3.- Manual de Operación de Camiones 730E.
<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/810-manual-operacion-mantencion-camion-730e-komatsu> Fecha de consulta: 10/04/2014
- 4.- Concepto de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de camiones 730E
<http://www.maquinariaspesadas.org/blog/963-curso-conceptos-mantenimiento-preventivo-predictivo> Fecha de consulta: 01/04/2014
- 5.- Metodología de Solución de Problemas de la Empresa Minera
<http://chisansps3/workspaces/MejoramamientoNegocio/default.aspx> Fecha de consulta: 01/02/2014
- 6.- Juran's Quality Book, Joseoh Juran / A. Blanton Godfrey, Editorial Mc Graw Hill.

GLOSARIO

Horas Operativas: Es el tiempo que el equipo móvil: camiones, Palas, cargadores, Perforadoras, etc. se encuentra operando, realizando la actividad para la cual fue diseñado: Transporte, Carguío, Perforación, etc.

VSMEI Value stream mapping o mapeo de la cadena de valor es una herramienta visual de Lean Manufacturing que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados.

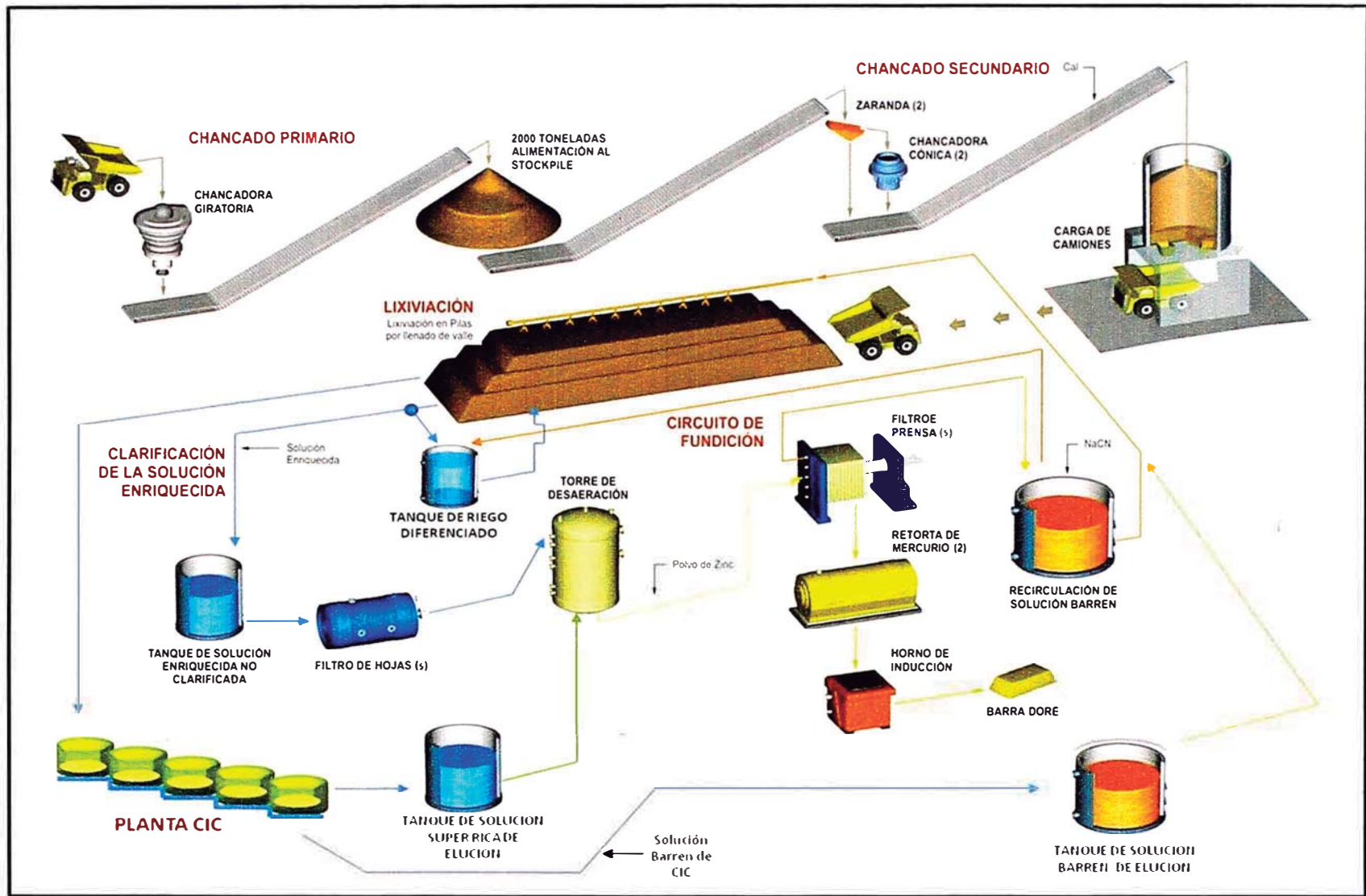
Klinge: Software de Gestión de Neumáticos, donde se visualiza las horas Operativas que tiene los neumáticos, fechas de cambios, equipos donde estuvo el neumáticos.

Taylor: Equipo pesado para la manipulación de neumáticos de camiones mineros.

Disponibilidad: Es el porcentaje de Tiempo Operativo versus el tiempo total.

Confiabilidad. Es la capacidad de un equipo de desempeñar su función definida en un periodo de tiempo.

ANEXOS



EQUIPOS PRINCIPALES - INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO MINA



CARGADOR FRONTAL VA1200-3



CAMION MINERO 730E



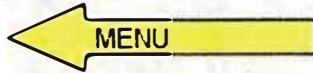
PERFORADORA SKS-12



PALA HIDRAULICA PC4000-6



TRACTOR DE ORUGAS D375A-5



**CAMION MINERO 730E
KOMATSU**

DATOS TECNICOS

ESPECIFICACIONES GENERALES

Motor Diesel

Marca y modelo	: Komatsu SSA16V159 (Cummins K2000E)
Combustible	: Diesel
Número de cilindros	: 16 en V
Diametro del cilindro y carrera	: 159 x 159 mm 5.26 x 5.26 in
Desplazamiento del piston	: 50.3 lts 3069 in ³
Potencial del poder de frenos	: 2000 hp 1492kw @ 1900 rpm
Potencia al volante	: 1860 hp 1388kw @ 1900 rpm
Peso (Seco)	: 11.6780 lb 5.294 kg.
Partida	: Eléctrica, 2 motores de 24 Volt.
Turbos	: 2 Turbos de alta (izquierdo y derecho) 2 Turbos de baja (delantero y posterior)

Sistema Eléctrico

Alternador de 24 Volts, 240 Amperes. 2 partidores de 24 Volts para la partida del motor diesel.
Luces de 24 voltios, cuatro baterías de 12 voltios en serie/paralelo, 1 450 CCA con interruptor para desconexión. Las baterías están montadas en cajas de polietileno en el parachoques delantero.

Parrillas de retardo	: 14 parrillas 3 etapas de retardo de rango extendido
----------------------	--

Sistema Eléctrico de Propulsión

Corriente	: AC/DC
Alternador Principal	: G.E. GTA-22. Impeler doble traction type
Control	: Statex III, Ahorro de combustible
Ruedas Eléctricas	: G.E. 788FS
Reducción	: 26.825:1
Velocidad (máxima)	: 55.70 km/h 1800-2100 rpm (con carga total)





CARGADOR FRONTAL WA1200 KOMATSU

DATOS TECNICOS

ESPECIFICACIONES GENERALES

Máquina

Capacidad del cucharón	: 20 m ³
Carga nominal	: 36 toneladas
Pendiente superable	: 25 grados
Fuerza de tracción en las ruedas	: 1127 kN 115000 kg

Motor Diesel

Marca y modelo	: Komatsu SDA16V160 (Cummins QSK60)
Combustible	: Diesel
Número de cilindros	: 16 en V
Diametro del cilindro y carrera	: 159 x 190 mm
Desplazamiento del piston	: 60 lts 60 - 360 cc
Tipo	: Enfriado por agua, 4 ciclos
Aspiración	: Turboalimentado, postenfriado
Gobernador	: Control electrónico de combustible
Sistema de combustible	: Inyección directa con alta presión
Sistema de lubricación	
Metodos	: Bomba de engranajes
Filtros	: Flujo continuo
Filtros de aire	: De doble elemento con evacuador automático de polvo e indicador de restricción.
Potencia al volante	: 1558 - 1900 HP 1160 - 1900 Kw
Torque máximo	: 7,830 - 1500 Nm/rpm 798 - 1500 kgm/rpm
Velocidad max. en ralenti	: 2,050 rpm
Velocidad min. en ralenti	: 650 rpm



NUMERO DE FALLAS DE NEUMATICOS

