

**UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL**



**“Propuesta de reducción de costos asociados a la flota de transporte en minas Open Pit: Proceso de mantención de camiones en la gran minería”**

**MEMORIA PARA OPTAR**  
**AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y**  
**AL TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL**

**Profesor Guía:** OSCAR L. FARIÑA HINOJOSA.

**Alumno:** CAMILA NICOLÁS ANTIQUERA

## DEDICATORIA

Dedico esta Memoria a mis  
Padres, Jacqueline y Eduardo,  
A mis Hermanos, Valentina y  
Felipe, A mis abuelos presentes  
Y ausentes, A mis Tíos y Primos.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Don Oscar L. Fariña H., por su tiempo, su excelente disposición, confianza desde el principio de este proceso y por permitirme el honor de realizar mi memoria junto a él.

Quiero agradecer también a mis padres, hermanos y familiares por creer siempre en mí y apoyarme incondicionalmente.

Por último, quiero agradecer a Dios por permitirme superar los obstáculos y llegar al final de este largo camino.

## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCION.....	vii
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	1
1.1 Importancia de la Minería.....	1
1.2 Precio del Cobre.....	2
1.3 Costos en la Minería del Cobre.....	4
1.4 Costos asociados a la flota de transporte.....	7
1.5 Mantenimiento de camiones mineros.....	8
1.5.1 Fundamentos del Mantenimiento.....	8
1.5.2 Tipos de Mantenimiento.....	9
1.6 Costos asociados al proceso de mantenimiento.....	11
1.7 TPM.....	13

CAPITULO II: MODELO MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	14
2.1 Sistemas Esbeltos.....	14
2.2 Fundamentos del Modelo TPM.....	19
2.2.1 Objetivos del Modelo .....	19
2.2.2 Beneficios del Modelo .....	20
2.2.3 Las 6 grandes pérdidas.....	22
2.3 Los 8 pilares del TPM.....	26
CAPITULO III: ANALISIS DE INDICADORES.....	39
3.1 Mantenimiento Minero.....	39
3.2 Indicadores Versus Situación actual.....	41
3.1 Costos Repuestos e Insumos.....	59
CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS.....	68
4.1 Análisis de Indicadores.....	68
4.2 Análisis Repuestos e Insumos.....	73
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	78
ANEXOS.....	79

## **RESUMEN**

La presente investigación busca diseñar una propuesta para reducir costos en las empresas mineras, específicamente en el proceso de mantenimiento de camiones mineros, mediante la utilización de un modelo de gestión empresarial llamado Mantenimiento Productivo Total (TPM). Todo ello, con el fin de entregar una herramienta a las empresas del sector minero, para que se puedan anticipar a la variabilidad del precio del Cobre.

## **ABSTRACT**

The present investigation seeks to design a proposal to reduce costs at mining companies, specifically in the maintenance process of mining trucks, using a business management model called Total Productive Maintenance (TPM). All this in order to provide a tool for mining companies, so they can anticipate to a possible variability in the price of copper.

## INTRODUCCIÓN

La industria minera representa para el país un factor clave en su desarrollo económico, convirtiéndose en protagonista del crecimiento sostenido que ha tenido Chile en la última década. De lo anterior se desprende el rol que juega la estabilidad del precio del cobre sobre la economía nacional y cómo es necesario que el país esté preparado para tiempos de incertidumbre y de volatilidad en los precios.

En este punto la administración de costos es fundamental, ya que es la respuesta a la temida fluctuación del precio del cobre, teniendo como principal objetivo la planificación, el control y la mejora continua de las funciones de las distintas áreas de la empresa, para así proporcionar información útil que les permita a los administradores tomar las mejores decisiones posibles para la empresa.

Esta investigación se centra en el mantenimiento de la flota de transporte de una empresa minera y la importancia de que las compañías sean eficientes en el uso de recursos con el objetivo de minimizar costos.

El objetivo de ésta investigación es desarrollar estrategias que produzcan una ventaja competitiva, sostenible en materia de costos, durante periodos de incertidumbre para las empresas mineras.

En el capítulo número uno se observará una pequeña reseña de lo el Cobre significa para nuestro país en materia económica, su importancia y lo delicado del tema de los costos en relación a la industria.

El capítulo dos aborda el modelo TPM en sí, modelo no muy conocido en nuestro país pero que si está entrando con fuerza a las diferentes industrias.

El capítulo numero 3 está dedicado al tratamiento de los costos y de los distintos factores e indicadores que influyen en el aumento de los costos, donde se observan todos los cálculos, formulas, tipo de factores, entre otros.

Y por último, el capítulo número cuatro, donde se analizan los resultados obtenidos de los cálculos en el capítulo número tres, evidenciando lo efectivo del modelo pero no solo en relación a la disminución de costos, sino también en términos de productividad y mejoramiento de la gestión de personas y recursos de la organización.

# CAPITULO 1: EL COBRE, MOTOR DEL DESARROLLO NACIONAL

## 1.1 Importancia de la Minería

La minería es parte de la identidad del país, siendo Chile el principal productor y exportador de Cobre a nivel mundial, y a su vez, es un factor clave del desarrollo y crecimiento del país, aportando con un 15%<sup>1</sup> promedio al producto interno bruto nacional y con una participación del 32%<sup>2</sup> de la producción mundial de Cobre.

La industria del metal rojo se caracteriza por atraer altos niveles de inversión extranjera, donde la tercera parte de dichas inversiones se destinan a la minería. Consecuentemente, la inversión en investigación y exploración en Chile se quintuplicó, pasando por debajo de los 100 millones de dólares anuales, a montos por sobre los 500 millones de dólares. Este hecho ha permitido al país mantener reservas mundiales de cobre en torno al 30%<sup>3</sup>.

Por otra parte, las exportaciones de cobre representan cerca del 60%<sup>4</sup> del total de las exportaciones chilenas, lo que pone al desarrollo nacional en una posición cada vez más dependiente de la industria minera. Además la minería es el sector

---

<sup>1</sup> Banco Central. Cuentas Nacionales. < <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>> [Fecha: Diciembre 2012].

<sup>2</sup> Comisión Chilena del Cobre. < [http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/productividad/091112\\_Productividad\\_Final.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/productividad/091112_Productividad_Final.pdf)> [Fecha: Mayo 2013].

<sup>3</sup> Comisión Chilena del Cobre. < [http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/productividad/091112\\_Productividad\\_Final.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/productividad/091112_Productividad_Final.pdf)> [Fecha: Mayo 2013].

<sup>4</sup> Comisión Chilena del Cobre. < <http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/informes/agua/CONSUMO-DE-AGUA-EN-LA-MINERIA-DEL-COBRE-2011.pdf>> [Fecha: Mayo 2013].

económico de mayor contribución fiscal, aportando cerca del 20%<sup>5</sup> de los ingresos fiscales del país.

Otra característica particular de esta industria, es la dotación de capital humano que requiere para llevar a cabo las operaciones y que ha permitido que los niveles de empleo en la minería alcancen un 12%<sup>6</sup> del total de empleos en el país.

Todos estos aspectos que caracterizan a la industria minera, dejan en claro la sensibilidad del crecimiento económico nacional frente a las fluctuaciones del precio del cobre, al ser la minería un motor para el desarrollo económico del país.

## **1.2 Precio del Cobre**

Chile se encuentra en un escenario donde lleva 7 años de crecimiento económico con un precio del cobre promedio de US\$ 3,5/ libra<sup>7</sup>. Esto ha provocado un inmenso y constante flujo de capitales al país, así como estabilidad de empleos y un aumento de los ingresos, en comparación al año 2003 donde Chile asumía un precio de cobre de US\$ 1,3/ libra<sup>8</sup>. Hoy asume un precio de 3 dólares por libra, pero es necesario que las empresas se pregunten qué sucedería si el precio del cobre cae bajo los US\$ 3. La respuesta es simple, dada la influencia que tiene la industria del cobre en la economía nacional, Chile entraría en crisis, donde se

---

<sup>5</sup> Dirección de Presupuestos. < <http://www.dipres.gob.cl/594/w3-propertyvalue-2132.html>>.

<sup>6</sup> Banco Central. Mercado Laboral y Demografía < <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>>.

<sup>7</sup> Sociedad Nacional de Minería. Sonami. < [http://www.sonami.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=224&Itemid=117](http://www.sonami.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=224&Itemid=117)>. [Fecha: Mayo 2013]

<sup>8</sup> Sociedad Nacional de Minería. Sonami. < [http://www.sonami.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=224&Itemid=117](http://www.sonami.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=224&Itemid=117)>. [Fecha: Mayo 2013].

detendrían las importaciones y las exportaciones tardarían años en reactivarse, teniendo en cuenta que más del 50%<sup>9</sup> de las exportaciones son cobre.

Actualmente los rumores en los mercados de commodities son claros. Estudios de importantes empresas, demuestran que cada 25 años se presenta un nuevo ciclo en las materias primas, por lo que se cree que el ciclo expansivo del metal rojo esta ad portas de terminar, lo que es respaldado a través de declaraciones de Rodrigo Vergara, presidente actual del Banco Central de Chile, que afirma que "Este súper ciclo del cobre podría estarse moderando y eventualmente, llegando a su fin"<sup>10</sup>.

Como consecuencia de lo anterior, es necesario que las empresas evalúen todas las opciones disponibles para enfrentar las futuras crisis de la mejor manera, centrando ésta investigación principalmente en los costos del área de mantenimiento, donde existen brechas importantes que se pueden explotar para generar menores costos y mantener los niveles de utilidades.

Avalando lo anterior, Álvaro Merino, Gerente de Estudios de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) dijo, "Esta situación, por cierto, constituye un gran desafío para el desarrollo futuro de la industria minera en Chile. Es por ello que hoy la optimización de los procesos productivos y el control de costos es una de las tareas prioritarias en el quehacer de las compañías mineras"<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> Banco Central. Sector Externo < <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>>

<sup>10</sup> VERGARA, Rodrigo. Escenario Central. *Revista Capital*. Mayo 2013.

<sup>11</sup> MERINO, Álvaro. Alza de costos en la Minería preocupa a proveedores. [En Línea] El mercurio, Ediciones especiales.

### 1.3 Costos en la minería del Cobre

Lo primero es hacer énfasis en el tipo de costeo que utiliza la gran minería, el costeo por actividad, también llamado costeo ABC (Activity Based Costing). El costeo basado en actividades es uno de los “sistemas contemporáneos” de la contabilidad de costos. Este sistema tiene como principal ventaja que ofrece una mayor exactitud en el costo total de un producto.

Este tipo de costeo se basa en la distribución de los costos en relación al patrón de consumo de los recursos involucrados en la producción el producto o servicio, es por esta razón que el costeo ABC es especial para empresas donde existe una gran variedad de productos y actividades. Esta herramienta asume que los productos incurrir en costos según las actividades que requieren y de este modo se pueden determinar los costos de una manera más exacta.

En el caso de la Industria Minera, para cada actividad dentro de la mina existe su propia gerencia con su centro de costos, es decir, dentro de una empresa minera tenemos la Gerencia de Contraloría, la Gerencia de Mantención, la Gerencia de Planta, la Gerencia Mina, entre otras, y cada una cuenta con su propio centro de costos.

Joaquín Villarino, Presidente ejecutivo del consejo minero, afirma que “Lo preocupante no es la baja del precio del cobre sino el incremento de los costos”<sup>12</sup>.

---

<<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/hoy/detalle/index.asp?idnoticia=201304241258707&idcuerpo=565>> [consulta: Abril 2013].

<sup>12</sup> VILLARINO, Joaquin. Entrevista Diario El Mercurio [En Línea]. < <http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/04/El-Mercurio-27-04-13.pdf>> [Consultado: Abril 2013].

Esta afirmación corrobora que en tiempos de crisis e inestabilidad económica las empresas mineras deben apuntar a tener un plan para minimizar costos y así resguardar la estabilidad de sus utilidades en el tiempo.

A lo anterior se le suma el sistema de costos que utilizan las empresas mineras, que corresponde al sistema de costeo por actividad o costeo ABC que Kaplan y Cooper definen como un mapa económico de los costos y la rentabilidad de una organización basándose en cada una de sus actividades.<sup>13</sup>

La distribución de los flujos generados por la gran minería se conforman en un 50% por costos operacionales, un 17% por dividendos, un 14% por impuestos, un 13% por inversiones y un 6% por remuneraciones. Todas cifras recopiladas de los estudios realizados por el consejo minero que asocia a todas las grandes empresas mineras del país.<sup>14</sup>

En la última década los costos de la minería del cobre se han triplicado, llegando desde el año 2002 a un aumento de más del 190%<sup>15</sup> en los costos y se espera que sigan en incremento durante los próximos años.

El alza en los costos se refiere principalmente al aumento de la demanda por mano de obra, insumos, el incremento en el precio de los combustibles y la energía. A esto, se suma la baja en la ley de mineral debido al envejecimiento de los yacimientos más grandes del país.

---

<sup>13</sup> KAPLAN, Robert. COOPER, Robin. "Coste y efecto: cómo usar el ABC, AMB y el ABB para mejorar la gestión, los procesos y la rentabilidad" Capítulo 6.

<sup>14</sup> CONSEJO MINERO, Consejo Minero [En Línea] <<http://www.consejominero.cl/chile-pais-minero/mineria-en-cifras/>>[Consultado: Junio 2013].

<sup>15</sup> Diario La Tercera. Santiago. [Diciembre de 2012].

Al hablar de los costos en energía eléctrica, Thomas Keller, ex Presidente Ejecutivo de Codelco, afirma que “La minería requiere un 34% en materia de consumo energético”<sup>16</sup>. Donde se espera que el crecimiento de dichos costos sea sostenido a través del tiempo, llegando a una dependencia eléctrica que crecerá un 100%. Esta dependencia, se explica debido a que una planta concentradora, área donde se produce el chancado, molienda y flotación del mineral (A través de los Molinos SAG, Molinos de bolas y hornos de flotación) y en conjunto con los equipos de extracción y perforación (Palas y Perforadoras) ocupan electricidad las 24 horas del día.

En relación con los hidrocarburos y el consumo de combustibles, el más importante es el petróleo y sus derivados. Con camiones que tienen estanques de combustible con una capacidad para 2.200 litros de petróleo y con una duración de 8 horas seguidas en promedio, la variación del precio de los combustibles influye directamente en el costo operacional total, teniendo en cuenta que la flota de camiones está compuesta en promedio por 45 camiones.

En materia de costos de mano de obra, existen dos grandes encrucijadas. Por una parte, se habla de las alzas en los precios de la mano de obra, dadas las grandes sumas en materia de remuneraciones, bonos de producción y negociaciones colectivas. Gustavo Lagos, académico del Centro de Minería de la Universidad Católica, explica que el costo laboral se ha incrementado fuertemente durante los

---

<sup>16</sup> Banco Central. Seminario Energía. < [http://www.bcn.cl/seminarios\\_actividades/evento.html?h=10221.1/35763&hs=10221.1/35752](http://www.bcn.cl/seminarios_actividades/evento.html?h=10221.1/35763&hs=10221.1/35752)> [Diciembre 2012].

años pero que “es importante que el aumento de las remuneraciones refleje aumentos en la productividad. Si no, habrá un deterioro de la competitividad”<sup>17</sup>.

Considerando el importante volumen de insumos, bienes y servicios utilizados por las empresas de la gran minería del cobre, es relevante analizar su demanda potencial para los próximos años. El costo de los insumos en la gran minería corresponde en promedio a un 30%<sup>18</sup> del costo operacional total, siendo relevantes para el proceso de mantención de camiones los costos de bienes de capital como camiones, neumáticos, tolvas, repuestos y los servicios generales de mantención.

#### **1.4 Costos asociados a la Flota de transporte Caterpillar**

Los camiones son parte fundamental del proceso minero, estando presentes desde el momento de la extracción y carguío del mineral en bruto, depositado por las Pallas, hasta el vaciamiento de mineral que proviene directamente de la Mina, en el buzón de descarga del chancador primario.

En forma amplia, los costos que comprende una flota de camiones son:

- Mano de obra
- Combustibles
- Repuestos e Insumos
- Depreciación
- Mantención

---

<sup>17</sup> Diario La Tercera. Santiago. Negocios [02 de Diciembre de 2012].

<sup>18</sup> Diario La Tercera. Santiago. Negocios [02 de Diciembre de 2012].

## 1.5 Mantenimiento de camiones mineros

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o instalación en condiciones óptimas de funcionamiento, durante un período determinado y al menor costo posible. El principal objetivo del mantenimiento es mantener la capacidad del sistema al mismo tiempo que se controlan los costos<sup>19</sup>.

### 1.5.1 Fundamentos del Mantenimiento

El mantenimiento se funda en tres conceptos básicos que son *Reliability*, *Availability* y *Maintainability*. Estos criterios aluden respectivamente a la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

- **Confiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo, componente o instalación no experimente fallas durante un tiempo determinado, mientras se encuentre en servicio.
- **Disponibilidad:** se define como la capacidad que el componente, activo o instalación posee para realizar la función para la cual fueron diseñados, en el momento que se requiera su funcionamiento y durante un periodo de tiempo establecido.

---

<sup>19</sup> HEIZER Jay, RENDER Barry: Dirección de la producción y de Operaciones. 8va Edición, Pearson Prentice Hall.

- **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que un equipo, componente o instalación que ha fallado, pueda ser reparado dentro de un periodo de tiempo determinado.

A estos conceptos se les debe agregar dos criterios más que forman la base del mantenimiento que son la seguridad y la eficiencia o economía.

- **Seguridad:** es la condición que implica una disminución del riesgo que deriva de una operación dentro de la mantención, riesgo al cual se encuentra sometido el personal de la organización, así como su posible impacto sobre el medio ambiente y la comunidad.
- **Eficiencia o Economía:** es la situación de buen rendimiento que deriva de administrar la organización en un contexto de minimizar costos y maximizar beneficios.

### 1.5.2 Tipos de mantenimiento

Dentro del mantenimiento encontramos 3 tipos generales.

- **Mantenimiento Preventivo:** Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo evitar averías mediante la realización de intervenciones que disminuyan las probabilidades de fallo, para así aumentar la fiabilidad del activo. Las intervenciones se realizan de forma periódica o sistemática, y según el estado del activo, para así evitar sustituciones innecesarias que se traducen en costos.

El mantenimiento preventivo no es una herramienta para evitar la aparición de fallas, pero sí permite a la empresa minimizar costos al anteponerse a escenarios que podrían generar un gasto considerablemente mayor y reducir tiempos improductivos que puedan afectar la producción de la organización.

- **Mantenimiento Predictivo:** el mantenimiento predictivo se basa en el seguimiento y control de los equipos para determinar cuando y donde puede producirse una falla, de este modo anticiparse y evitar su aparición. Este tipo de mantenimiento permite eliminar intervenciones innecesarias en los equipos, pero es conocido por ser un sistema que posee costos elevados debido al seguimiento continuo que se requiere.
- **Mantenimiento correctivo:** Se refiere a toda actividad que se realiza para reparar un equipo o instalación una vez ocurrida la falla. Este mantenimiento es adecuado para equipos que no representen un mayor costo a la organización, ya que solo se realiza la mantención cuando se produce el problema.

El mantenimiento de camiones en las empresas mineras, se basa en una mezcla entre mantenimiento de tipo preventivo y predictivo. Se utiliza mantenimiento preventivo, sólo cuando al equipo se le encuentran parámetros que puedan indicar una falla, mientras que el mantenimiento predictivo, (que es el principal) se utiliza

para determinar cuándo puede producirse una falla en el futuro y de esta manera, anticiparse y corregirla a tiempo. Es por ello, que las mantenciones son programadas para cada equipo perteneciente a la flota, basándose en un sistema de conteo de horas de servicio, para cumplir éstas normas.

Para ello, cada camión tiene integrado en su interior un horómetro, instrumento se utiliza para contar las “horas producción” del camión y es similar al que poseen los automóviles para contar los kilómetros recorridos. Esta información se recopila diariamente y se programan mantenciones cada vez que el equipo cumple las 250, 500, 1000 y 2000 horas de operación.

## **1.6 Costos asociados al mantenimiento de camiones**

Jean-Paul Souris, autor del libro “El mantenimiento: Fuente de beneficios”, destaca en su publicación la famosa teoría del Iceberg del mantenimiento, conocida por mostrar en la parte sobresaliente del Iceberg los costos directos asociados a la mantención, mientras que en la parte inferior se encuentran los costos indirectos del proceso de mantención.

Los costos directos asociados a la mantención de equipos son los costos correspondientes a gasto de remuneraciones, suministros de maquinaria y repuestos, herramientas y equipos de mantención, gastos de subcontratación, entre otros. Dentro de los costos indirectos del proceso de mantención de equipos destacamos, la repetición del proceso, el daño medioambiental que pueda producir la mantención de un equipo, los tiempos improductivos o tiempos muertos, la falta y exceso de inventario, accidentes, entre otros.

Los principales costos operacionales ligados a la mantención de la flota CAT 793 son el costo de repuestos e insumos y mano de obra los cuales serán analizados según los indicadores del modelo a proponer y son los siguientes:

- Indicadores de gestión
- Indicadores de eficacia de planta
- Indicadores del Mantenimiento
- Costo repuestos e insumos (Componentes Mayores)

Los repuestos e insumos se analizaron basándose en los índices de fallas y cambio de equipos.

Dejamos fuera de esta categoría a los costos de Combustible, que si bien son parte importante del costo operacional total y del costo de la flota en sí, no son parte propia del mantenimiento de camiones.

El costo de mano de obra se divide en el costo del área de mantención perteneciente a la empresa y el equipo de mantención perteneciente a la empresa contratista, (Finning) especialista en mantención de camiones Caterpillar. Finning tiene la función de contar con opciones de reparación orientadas a los componentes principales e Intercambio de los mismos. Todas estas alternativas tienen presentes los requerimientos de rapidez y costo asociado, para disminuir al máximo la detención de los equipos, aumentando disponibilidad o reduciendo el costo de reparación.

Por último, el costo de los repuestos e insumos que forman parte del proceso son de relevante consideración, ya que los componentes de un camión, dada su

dimensión, poseen un alto costo y a su vez, al transportar mineral en bruto, los índices de reemplazo de los componentes son bastante frecuentes.

### **1.7 TPM: Total Productive Maintenance**

Para la investigación se utilizará el modelo del Mantenimiento Productivo Total (TPM), que es un método de gestión empresarial que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza la utilización de los activos y garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

El objetivo principal del modelo TPM es reducir radicalmente en los indicadores las averías, accidentes y los problemas de cada equipo en el corto plazo, para así comenzar a desarrollar una dinámica de mejoras sostenida en las instalaciones, que promuevan el mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo tiene como fin lograr la soberanía en la gestión por parte de los trabajadores, educándolos y orientándolos hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

## **CAPITULO 2: MODELO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

### **2.1 Sistemas Esbeltos**

Para introducir el capítulo dos, es indispensable hablar de los sistemas esbeltos, donde nos referimos a distintas herramientas que permiten eliminar todas aquellas operaciones que interfieren en la producción y los procesos de una empresa, reduciendo fallas y averías y mejorando la calidad de los procesos.

Dentro de los principales objetivos de los Sistemas Esbeltos esta implantar una filosofía de mejora continua, que forme parte de la cultura organizacional de la compañía con el fin de que el trabajo continuo lleve a la reducción de costos, mejora de la calidad de los procesos, eliminación de desperdicios y reducción de fallas y averías.

Los Sistemas Esbeltos representan una oportunidad de desarrollo para las empresas manufacturas, pero también deben ser estudiados con mucha mesura y cuidado. No se trata de un tratamiento vano de los procesos y de las plantas, sino de una disciplina compleja que consiste en la eliminación de los desperdicios en los procesos y los recursos de la empresa. Si su ejecución se lleva acabo de manera adecuada, acrecienta flexibilidad y confiabilidad a la producción.

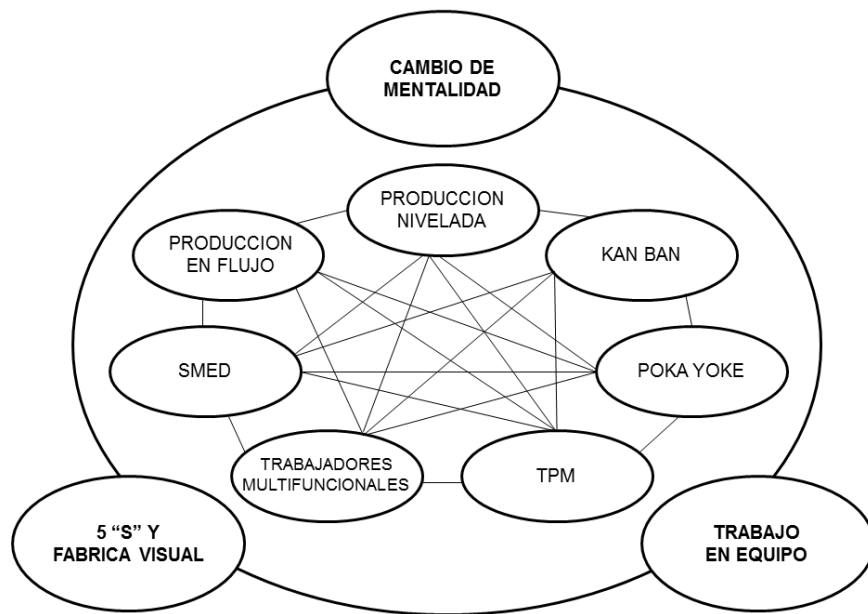
La implementación de un Sistema Esbelto puede beneficiar a la organización en todas sus áreas, en el caso de una empresa Minera, los sistemas esbeltos pueden implementarse tanto en los procesos Manufactureros de Mantenición, Flotación, Extracción e incluso en el área de Recursos Humanos y la Gerencia.

Dentro de sus beneficios encontramos:

- Reducción de considerable en costos de producción
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejora de la Calidad
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Reducción de los tiempos de espera (retrasos), entre otros.

A continuación se presenta la estructura de los Sistemas Esbeltos y sus diferentes herramientas, dentro de la que encontramos el Mantenimiento Productivo Total.

Figura n°1: Esquema Sistemas Esbeltos



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la figura se observan 3 aristas que configuran el éxito de la implementación de cada una de las distintas herramientas de los sistemas esbeltos.

El cambio de mentalidad y la integración de este cambio por parte de todos los miembros de la organización constituyen la primera arista y la más importante, ya que si no se adopta como parte de la cultura, el cambio solo se vuelve superficial y no completo, volviendo a repetirse los mismos errores eventualmente.

El trabajo en equipo es el segundo punto que habla sobre como estas herramientas deben ser adoptadas por todos en la organización, desde la alta gerencia, hasta abarcar todo el organigrama de la compañía, ya que como se dijo el trabajo es en equipo y todos deben formar parte de este cambio que produce la implementación de un sistema esbelto.

Y por último cuando se habla de 5 “S” y la fábrica visual, se refiere a que todo proceso y/o actividad se debe llevar a cabo de un lugar de trabajo limpio y organizado, lo que promueve un ambiente seguro para los trabajadores y permite que el resultado del trabajo sea de mayor calidad.

Esta filosofía tiene la virtud de no ser solo una herramienta para implementarse en la industria manufacturera, sino que se puede implantar en el día a día de nuestra vida cotidiana. Está compuesta por 5 palabras Japonesas que se explicaran brevemente.

1. **Seiri:** Clasificar u organizar
2. **Seiton:** Ordenar
3. **Seiso:** Limpiar
4. **Seiketsu:** Estandarizar
5. **Shitsuke:** Disciplina

Una vez que se adoptan las 3 aristas en las que se basa la estructura de los sistemas esbeltos, encontramos las distintas herramientas a utilizar donde se explicaran concisamente algunas de ellas, para dar paso a la herramienta seleccionada para la investigación, el mantenimiento productivo total o TPM.

- **Just In Time (Justo a Tiempo)**

Filosofía que se basa en el control de inventario y trata sobre reabastecer un artículo en el momento que es requerido, por lo tanto no existe exceso de inventario y no se incurre en los costos asociados a la mantención de inventarios, como los costos de seguridad o los costos por mermas.

- **Kanban**

Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". Consiste en la utilización de etiquetas que contienen información que sirve como orden de trabajo, que informan acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

- **Poka Yoke**

El término Poka Yoke viene de las palabras japonesas "poka" que significa error inadvertido y "yoke" que significa prevenir. Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores y en caso de que se produzca un error, el sistema ayuda a que el trabajador lo detecte a tiempo y lo corrija. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto y asea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

- **Kaizen**

La filosofía Kaizen o mejora continua es un método que mejora la calidad aplicable a todo nivel, tanto en el entorno laboral como en la vida cotidiana. Tiene dos grandes pilares que son la estandarización de los procesos y la mano de obra, ya que desarrolla cultura y proporciona participación a todos los empleados.

La finalidad de Kaizen es mejorar la calidad de los procesos, atacando los problemas de raíz mediante el mejoramiento continuo. Su gran fama y utilidad se debe a que su implementación es de bajo costos y sus beneficios son altamente provechosos.

## **2.2 Fundamentos del modelo TPM**

### **2.2.1 Objetivos del modelo**

El mantenimiento productivo total (TPM) es una filosofía que nace en Japón a mediados de los años 60, creada por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), con el fin de fundar modelos de mantenimiento innovadores, eficientes y aplicables a las diferentes industrias en todo el mundo.

El TPM es un sistema de gestión empresarial que busca eliminar en su totalidad las averías, defectos, accidentes y pérdidas durante un proceso de producción. Este sistema involucra todas las jerarquías de la empresa, haciendo responsable tanto a los altos mandos, como los operarios y mantenedores de los equipos.

El sistema del mantenimiento productivo total tiene como propósito lograr que los equipos operen sin fallas a su máxima capacidad instalada, eliminando todo tipo de pérdidas y mejorando así, la fiabilidad de los equipos. La filosofía del TPM sostiene que esto lleva a la empresa a mejorar los periodos de operación de los equipos, a controlar los inventarios y aumentar la productividad, lo que deriva en una reducción de costos para la empresa.

Este método es visto como una estrategia global para las empresas, y no solo como un sistema para mantener equipos, ya que está orientado a la eficiencia integral de las operaciones, convirtiendo al personal involucrado en un factor clave para la conservación y cuidado de los equipos y recursos.

### **2.2.2 Beneficios del TPM**

El Mantenimiento Productivo Total le brinda a la empresa una ventaja competitiva en la industria debido al gran impacto que tiene en la reducción de costos, mejora en los tiempos de los procesos productivos, la calidad de los productos y servicios, mejora la fiabilidad y disponibilidad de los equipos y favorece el conocimiento de los empleados participantes del proceso productivo.

Este sistema beneficia a la empresa en 3 diferentes ámbitos, a nivel de organización, seguridad y productividad

- **A nivel de organización**

Los beneficios a nivel de organización se ven reflejados en una mejora en el ambiente laboral, permite tener un mayor control en las operaciones, les brinda a los trabajadores un aprendizaje permanente, crea redes de comunicación eficaces entre los distintos niveles jerárquicos de la empresa y genera una cultura de responsabilidad y colaboración por parte de los trabajadores.

- **A nivel de Seguridad en la organización**

Los beneficios que posee la implementación del TPM en cuanto a seguridad son la prevención y expulsión de causas potenciales de accidentes, incrementa la capacidad de identificación de problemas potenciales y de la búsqueda de acciones correctivas, crea una cultura de prevención de efectos negativos para

la salud del trabajador y mejora las condiciones ambientales y de trabajo para los empleados.

- **A nivel de productividad**

Por último, los beneficios asociados a la productividad no dejan de ser un elemento importante como indicador de competitividad, ya que estudios realizados por el consejo minero (asociación que reúne a las empresas productoras de cobre, oro, plata y molibdeno de mayor tamaño que operan en Chile) muestran la relación indirecta que ha tomado la productividad en las empresas mineras versus las remuneraciones en los últimos años (Ver Anexo 1: Grafico productividad laboral en la minería del cobre y remuneraciones en minería)

Dentro de los beneficios que entrega el Mantenimiento productivo total en cuanto a productividad, se encuentran la reducción de costos de mantenimiento, la mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, mejora la calidad del servicio y producto final, disminuye el costo por reemplazo de insumos y repuestos y elimina las posibles pérdidas que afectan la productividad del proceso.

### **2.2.3 Las 6 grandes pérdidas**

Esta filosofía busca eliminar 6 grandes pérdidas que normalmente afectan a los equipos y maquinarias. Estas 6 grandes pérdidas disminuyen la eficiencia del proceso productivo de mantenimiento en tres aspectos claves, los tiempos muertos o paradas en el proceso productivo, el funcionamiento de los equipos a una capacidad inferior a la óptima y por último tiene como consecuencia el mal funcionamiento de los equipos.

La mejora de la efectividad del proceso se obtiene eliminando las llamadas 6 grandes pérdidas que intervienen negativamente en la operación.

#### **1. Fallas del equipo**

Las fallas y averías en los equipos son la principal causante de las pérdidas de tiempo inesperadas en las operaciones, es por ello, que la mantención periódica es tan importante para la detección oportuna de fallas en equipos y que a su vez sean corregidas evitando fallas futuras que obliguen a la empresa a incurrir en costos imprevistos y una disminución de la productividad.

La meta de cero averías

- Impedir el deterioro acelerado.
- Mantenimiento de condiciones básicas del equipo.
- Adherirse a las condiciones correctas de operación.
- Mejorar la calidad del mantenimiento.

- Corregir debilidades del diseño.
- Aprender lo máximo posible de cada avería.

## **2. Cambios y ajustes de las máquinas**

Pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa del proceso en sí. El caso más común de esta pérdida es cuando se inicia la jornada laboral o cuando se producen los cambios de turnos, el proceso de ajustar la maquinaria o equipos para comenzar el proceso, cambiar las maquinarias de su lugar de trabajo habitual o ajustar nuevos valores de rango a los equipos también genera una pérdida de tiempo.

La meta de cero ajustes

- Revisión de la precisión de montaje del equipo, plantillas y herramientas.
- Promocionar la estandarización.

## **3. Detenciones menores y periodos de espera durante la operación normal**

Producen pérdidas de tiempo sobre las operaciones normales de la empresa y un claro ejemplo de esta tercera gran pérdida para el caso de los camiones mineros es la obstrucción de las vías. El proceso comienza con la extracción de mineral de la tierra por parte de la Pala, esta procede a vaciar el balde en el camión y el camión procede su camino al Chancador Primario y planta concentradora, y

cualquier obstrucción en las vías entorpecerá toda esta cadena productiva, creando congestión entre los camiones que están a la espera del mineral y evitando que el mineral llegue a su destino.

La meta de cero tiempos muertos y paradas pequeñas

- Hacer una observación cuidadosa de los que está pasando
- Corregir defectos leves
- Determinar las condiciones óptimas

#### **4. Velocidad de operación reducida**

Produce pérdidas de tiempo al no obtenerse la velocidad de diseño del equipo o maquinaria, lo cual puede deberse a que no se ha definido la velocidad especificada del equipo y sin saberlo no se está aprovechando el potencial óptimo de la unidad.

La meta de aumentar la velocidad del equipo

- Aplicar las mismas acciones contra pérdidas de velocidad reducida que para eliminar averías.
- Definir claramente la velocidad especificada (diseñada)
- Establecer distintas velocidades para distintos productos.
- Estudiar adecuadamente los problemas que surgen al operar con la velocidad especificada.

#### **5. Defectos en el proceso**

La quinta gran pérdida produce grandes pérdidas de tiempo al tener que rehacer actividades del proceso o reparar piezas defectuosas o completar actividades no terminadas previamente, que obligan a rehacer procesos y actividades utilizando el doble de tiempo y que se podrían haber evitado.

La meta de cero defectos

- No deducir precipitadamente conclusiones sobre las causas. Asegurarse que las medidas correctivas tratan todas las causas consideradas.
- Observe cuidadosamente las condiciones actuales.
- Revise la lista de factores causales.
- Revise y busque la causa de los efectos pequeños, los cuales muchas veces se encuentran escondidos dentro de otros factores causales.

## **6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo**

Por último, la sexta gran pérdida que surge generalmente es a causa de las llamadas puesta en marcha o periodos de prueba al adicionar un proceso nuevo, donde se puede incurrir en costos no previstos y tiempo de capacitación sobre el nuevo proceso.

La meta de disminuir las pérdidas de arranque

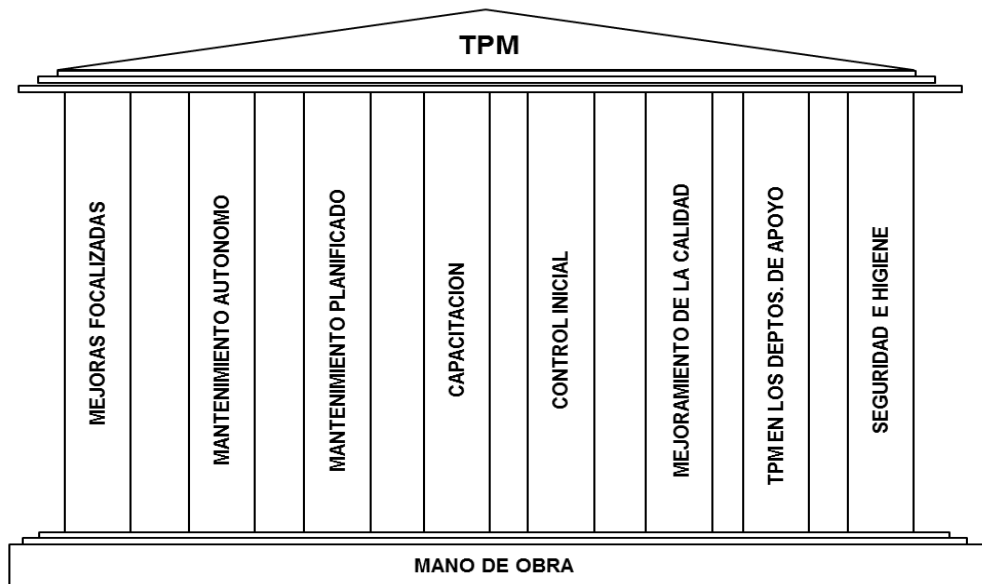
- Observar cuidadosamente las condiciones al inicio de cada ciclo de producción.

- Evaluar la disponibilidad de herramientas, procedimientos, estabilidad del proceso, capacidad de los operadores, pruebas del producto, etc.

### 2.3 Los 8 pilares del Mantenimiento Productivo Total

Para tener un mayor entendimiento de lo que se trata esta disciplina y de como actúa en el mantenimiento de equipos es necesario analizar los 8 pilares que sustentan esta filosofía.

Figura n°2: 8 Pilares del TPM



Fuente: Elaboración Propia

- **Pilar 1: Mejora Focalizada**

Las mejoras enfocadas tienen como principal objetivo encargarse de eliminar las 6 grandes pérdidas que ocurren en el proceso productivo. Esta

categoría incluye las fallas en los equipos (principales y auxiliares), mantenencias no programadas, defectos del proceso, paradas menores y el ocio.

- **Pilar 2: Mantenimiento Autónomo**

Este concepto trata sobre como los operarios para mantener y mejorar el funcionamiento de las maquinarias y equipos son protagonistas directos del proceso de mantención mediante el diagnóstico y corrección de fallas eventuales.

Para que el Mantenimiento autónomo sea eficiente se recomienda que cada operario realice una serie de pasos para el autocuidado de los equipos y maquinarias que utilizan a diario.

1. Limpieza inicial del equipo. Gran parte de este punto corresponde a crear interés en los operadores para mantener limpios sus equipos y el área de trabajo, el objetivo es lograr que la limpieza forme parte de las tareas del trabajador como parte de su rutina diaria.
2. Proponer medidas y detectar los focos de suciedad más recurrentes para reducir el tiempo de limpieza
3. Establecer estándares de limpieza y lubricación de los equipos. Para esto se puede seguir el método de las 5 "S" ya que su objetivo está

orientado al orden y a la limpieza y al seguimiento de estándares y políticas.

Los primeros 3 pasos son acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos.

4. Inspección general. En este punto se realiza una inspección general de las fallas de los equipos y es vital que se realicen capacitaciones técnicas a los trabajadores para que ellos mismos tomen el rol de inspectores. La capacitación permite a los trabajadores ampliar sus habilidades y destrezas para detectar anomalías.
5. Inspección Autónoma. Una vez establecidos los estándares de limpieza e inspección y evaluados y corregidos cualquier inconsistencia dentro de las actividades, la inspección autónoma comprende la realización de un manual de inspección, Aquí se complementan las inspecciones de operadores y personal técnico (operarios de mantenimiento), estas inspecciones se harán con equipo detenido, equipo en marcha y condiciones de operación.
6. Organización y Orden. Los Jefes y los Mandos medios toman el rol principal en completar la implementación del mantenimiento autónomo con la evaluación del papel de los operarios y la clasificación de sus responsabilidades.

7. Finalización de la implementación del pilar Mantenimiento Autónomo. Al finalizar la implementación y ponerlo en práctica, se espera que los trabajadores sean independientes en sus tareas, que estén capacitados técnicamente para detectar, corregir fallas y mejorar sus propios equipos de trabajo.

- **Pilar 3: Mantenimiento Planificado**

También llamado mantenimiento preventivo o programado, tiene como objetivo “Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas mediante el uso de un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso”.

El mantenimiento planificado o preventivo posee varias limitaciones que el modelo del Mantenimiento Total Productivo permite corregir. Entre ellas encontramos:

- No se dispone de información historia necesaria para establecer tiempos óptimos entre mantenimientos preventivos, ya que los tiempos son establecidos de acuerdo experiencias anteriores.
- La aplicación de planes preventivos a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Esto afecta la programación estadística de fallos, dificultando la identificación del comportamiento regular de fallos de un equipo.

- El trabajo de mantenimiento preventivo no incluye tareas Kaizen para la mejora del método de trabajo, lo que no permite que se pueda mejorar la capacidad técnica ni la confiabilidad del trabajo.
- Generalmente a los equipos se les aplica el mismo procedimiento de rutinas sin diferenciar cuan critica sea la falla, el efecto en la calidad o la dificultad para conseguir un repuesto.
- La falta de estándares y tareas específicas para la realización de trabajos técnicos en los departamentos.

El mantenimiento productivo total al poseer una perspectiva más profunda en la gestión preventiva de fallas permite corregir limitaciones del mantenimiento preventivo general. Para esto TPM utiliza 3 grandes estrategias:

1. Actividades para prevenir y corregir fallas en equipos mediante tareas y revisiones diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades Kaizen orientadas a mejorar las características de los equipos, también llamado "Mantenimiento por Mejora"
3. Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Las estrategias sugeridas constituyen uno de los mejores aportes del mantenimiento productivo total al desarrollo del mantenimiento planificado. Desde el punto de vista del desarrollo organizacional, el mantenimiento productivo total ha marcado una gran diferencia al lograr justificar y presentar acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre el área producción y de mantenimiento, en cuanto a la responsabilidad, el cuidado y

conservación de los equipos, lograr incluir a todas las áreas de una organización para alcanzar los objetivos de productividad, ha sido el mayor éxito de la práctica del mantenimiento productivo total.

- **Pilar 4: Capacitación**

La formación y el entrenamiento conforman el cuarto pilar como base de esta filosofía que pretende incluir a todos los trabajadores en los distintos procesos para lograr el éxito.

La estrategia para la formación y capacitación consta de 5 puntos importantes:

- Conservar el conocimiento
- Adquirir nuevo conocimiento
- Crear nuevo conocimientos
- Transferir conocimiento
- Utilizar el conocimiento

Para lograr el ciclo del conocimiento se deben seguir ciertos pasos:

1. Establecer un punto de partida

Se refiere a evaluar la situación actual de la organización en cuanto a capacitaciones y educación. Así establecer políticas sobre las mejoras que se deben realizar.

2. Crear un sistema de entrenamiento especial dedicado a mejorar las habilidades para el mantenimiento y operación de equipos y maquinarias.
3. Desarrollar el programa de forma práctica para ejercitar y mejorar habilidades.
4. Desarrollar programas de perfeccionamiento a largo plazo pensando en nuevas capacidades a requerir, como la adaptación a nuevas tecnologías.
5. Consolidación del auto desarrollo o desarrollo voluntario.
6. Evaluación de actividades.

- **Pilar 5: Control Inicial**

También llamado gestión temprana de equipos, dirige el conocimiento práctico y la comprensión de los equipos de fabricación obtenida a través del mantenimiento productivo total a la mejora del diseño de los nuevos equipos.

Esto permite a los nuevos equipos alcanzar niveles de rendimiento planificados mucho más rápido debido a un menor número de problemas de inicio. El mantenimiento es más simple y más sólido debido a la revisión práctica y participación de los empleados antes de la instalación.

- **Pilar 6: Mejoramiento en la Calidad**

Pilar enfocado a definir y conservar las condiciones de un equipo mediante la inspección para que no exista deterioros en la calidad. Tiene como objetivo eliminar los defectos de calidad producidos por deficiencias en la condición de los equipos, mantener las medidas dentro de los estándares de calidad establecidos y estar controlando constantemente las variaciones de los valores para detectar tempranamente la causa de los defectos.

Pasos de implementación del mejoramiento de la calidad:

1. Identificar el estado actual y confirmar la situación actual

Para esta etapa se recomienda definir estándares de calidad (diagrama del proceso de calidad, mapas de capacidad del proceso, diagramas de dispersión, entre otros) y recolectar la información de los defectos (estadísticas de defectos, diagrama de Pareto y hojas de estándares de trabajo).

2. Análisis de las condiciones 4M

Crear una tabla que relacione los procesos con cada una de las condiciones:

- Materiales
- Maquinarias
- Mano de obra
- Métodos

3. Preparar lista de defectos

Se debe preparar una lista que incluya todas las situaciones anormales del proceso y se clasifica según tipo de problema.

4. Priorizar el efecto de los problemas

Cada problema recibe una valoración en base a los criterios utilizados en el AMFE (análisis modal de fallos y efectos).

5. Diagnóstico de los problemas

Se debe analizar cada problema utilizando la técnica “Porqué Porqué” y el método PM.

6. Evaluar los efectos de las acciones implementadas

Se debe realizar una valoración del efecto de las acciones propuestas utilizando un segundo cuadro con el método AMFE.

7. Implantar las mejoras

En este punto se deben implementar las mejoras sugeridas, seguidas de un control y seguimiento para observar el efecto que tiene en la calidad del producto final.

8. Revisión de las nuevas condiciones 4M

Se debe revisar y actualizar la tabla de análisis en relación a los nuevos resultados.

9. Consolidar y establecer los puntos a inspeccionar

Se establecen los niveles de inspección autónomos que se deben lograr para mantener el equipo en condiciones óptimas y que no afecte la calidad del producto final.

10. Crear una matriz de mantención de la calidad

Elemento vital para la gestión del mantenimiento que consiste en determinar los elementos a inspeccionar en las rutinas de mantenimiento y las áreas a intervenir.

- **Pilar 7: TPM en los departamentos de apoyo**

El mantenimiento productivo total en Áreas Administrativas se desarrolla en 5 Fases:

1. Crear Fábricas de Información

Un departamento administrativo es una “fábrica de Información”. Toma datos en bruto y les añade valor procesándolos y organizándolos.

La información que proporcione debe ser: de alta calidad, precisa, de bajo costo, presentada de manera clara y oportuna.

2. Aplicar el concepto de equipamiento a los procedimientos

De la misma manera que en el área de producción se subdividen las tareas para lograr una producción de flujo continuo, este esquema se puede trasladar a los procedimientos administrativos.

### 3. Crear una visión de las condiciones óptimas

Cada departamento tiene una función esencial que cumplir y logros específicos que conseguir dentro del sistema total. El TPM es una estrategia de disminución de brechas entre la situación actual y la condición ideal.

### 4. Desarrollar de las 5 actividades nucleares del TPM:

- Mejoras Enfocadas: eliminar las pérdidas habituales y buscar siempre la eficiencia de los sistemas.
- Mantenimiento Autónomo: logra reducir costos y aumentar la eficacia del trabajo mediante el mejoramiento de la calidad de equipo administrativo.
- Educación y Formación: la educación y capacitación continua permite a la adaptación al uso de nuevas tecnologías con el objetivo de reducir los tiempos y mejorar la calidad de respuesta de clientes internos y externos, por ello la correcta utilización de la Matriz de habilidades es un instrumento esencial.
- Dotación Flexible de Personal: El manejo eficaz del recurso humano es vital en las áreas administrativas debido a que sus costos son directamente proporcionales al número de trabajadores.
- Medición de Rendimientos: como la conocida afirmación dice "Lo que no se mide, no se conoce, no se controla y nunca se podrá mejorar". Se debe controlar y medir constantemente el rendimiento de los procesos y sistemas.

## 5. Esforzarse en lograr resultados medibles:

Incluir los departamentos administrativos y de apoyo al proceso productivo en sí, para reducir los tiempos de espera, se requiere que el área administrativa y el resto de la organización apoyen la gestión de procesos. Y esto debe ser medido desde el punto de partida hasta cumplir el objetivo propuesto, con resultados numéricos concretos que muestren el proceso.

- **Pilar 8: Seguridad, Higiene y Medio Ambiente**

La importancia de un ambiente de trabajo seguro está estrechamente relacionada con el buen funcionamiento de los equipos (contaminación), y con la correcta distribución de equipos y herramientas, que en el caso contrario pueden llegar a provocar pérdidas de tiempo, lesiones y accidentes laborales.

La práctica del mantenimiento productivo total crea responsabilidad en los trabajadores tanto por el cumplimiento de los estándares y los reglamentos, así como por su propia salud y seguridad.

Este pilar cuenta con una serie de pasos a seguir para lograr el objetivo de la seguridad en el trabajo:

1. Seguridad en la limpieza inicial, consiste en utilizar métodos como Mapas de seguridad, Análisis de riesgos potenciales, identificar las

fuentes de contaminación más comunes y el conocimiento básico del equipo que cada operador debe poseer.

2. Mejorar los equipos eliminando fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso al personal y que produzcan una instancia para potenciales accidentes.
3. Estandarizar las rutinas de seguridad
4. Desarrollar conocimientos en los trabajadores sobre el funcionamiento de los equipos y de sus causas potenciales de riesgos y sobre la seguridad.
5. Inspección general de procesos y del entorno.
6. Sistematizar el mantenimiento de seguridad por medio de la revisión de los estándares y acciones de mejora continua.

## **CAPITULO 3: ANALISIS DE INDICADORES DEL MODELO TPM VERSUS COSTOS DE MANTENIMIENTO.**

Como se dijo en el Capítulo 1, El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener un componente, equipo o instalación en condiciones óptimas de funcionamiento con el objetivo de mantener la capacidad óptima del sistema y al mismo tiempo mantener los costos asociados bajos.

Lo que ahora se explicará es cómo funcionan los procesos de mantenimiento a grandes rasgos en una empresa minera y para ello se tomaron los datos de una de las 6 más grandes empresas ligadas a la extracción de Cobre del País. Una vez recolectados los datos del proceso, se compararon los valores actuales con los propuestos por el modelo.

### **3.1 Mantenimiento Minero**

El proceso de mantención de camiones mineros es de tipo predictivo y se realiza cada 250, 500, 1000 y 2000 horas. Para determinar este periodo de tiempo cada camión tiene en un interior un Horonometro (Instrumento que permite medir las horas de operación del equipo).

Para cada mantención existe un proceso estandarizado, donde se deben revisar y llevar un registro de todas las partes que han sido inspeccionadas y de las que necesitan recambio.

Cada proceso de mantención consta de las siguientes partes de inspección:

- Cartilla de Identificación y Solución de Problemas
- Check List General (Previo a la Mantención)
- Check List Cabina
- Pauta Eléctrica
- Monitoreo de Condiciones
- Sistema de Aire Acondicionado
- Lubricación
- Inspección Niveles y Tapones
- Chequeo Post-Mantención y Cambio de Componentes

Cada una de estas etapas tiene su propia planilla donde los mecánicos deben hacer todas las anotaciones correspondientes, indicando tiempo de cada proceso, fallas, corrección de fallas, entre otras.

Si bien cada mantención posee el mismo sistema de inspección, los tiempos de duración son distintos. Para la mantención de 250 horas solo se requieren 2 horas de trabajo, para la de 500 son 7 horas, para la mantención de 1000 horas se requieren 9 horas y por ultimo para la mantención de 2000 horas se requieren 11 horas (Ver Anexo 2: Planilla de revisión del proceso de mantenimiento de camiones).

Una vez realizado el chequeo en ruta del camión y el cambio de componentes si fuese necesario, y aprobado el proceso por el técnico de entrega, el supervisor de

turno y el jefe de operaciones, se puede hacer entrega del camión para que vuelva a sus labores diarias en la Mina.

### **3.2 Indicadores versus situación actual**

Para objetivo del estudio, se compararon los costos actuales de la empresa con los valores óptimos que ofrece el modelo, así se obtuvo la brecha que existe actualmente sin la implementación de esta filosofía y los costos que podemos reducir con el modelo.

El TPM propone una serie de indicadores que permiten evaluar contantemente el resultado de la implementación del modelo. Para este estudio se utilizaron los indicadores de Gestión, Eficacia de Planta, indicadores de Calidad e indicadores Mantenición que incluyen la eficiencia del mantenimiento, confiabilidad y mantenibilidad, indicadores de costos asociados y por ultimo un análisis de componentes y repuestos.

- **Indicadores de Gestión**

El mantenimiento de Camiones es uno de los tantos procesos mineros que se lleva a cabo por parte de empresas contratistas, práctica común en la industria minera, y que se basa en una modalidad especial de contrato llamado Contrato MARC.

Este tipo de contrato proviene de sus siglas en Inglés Maintenance and Repair Contracts (Mantenimiento y Reparación) y nace a mediados de los años 90 debido a la necesidad de las empresas mineras de realizar el mantenimiento a sus equipos por expertos y especialistas en la materia.

Este sistema es utilizado por la mayoría de las empresas mineras del país y el contrato es entre la empresa proveedores del equipo (Caterpillar, Komatsu, Liebherr, entre otras) y el cliente, en este caso la empresa minera y cada contrato es a medida de las necesidades del cliente.

Para esta investigación se utilizó el modelo de camiones CAT 793 perteneciente a la empresa Caterpillar y que para efectos del contrato MARC es asistido por la representante internacional de Caterpillar en Chile, Finning. Finning es la empresa responsable del servicio técnico profesional que reciben los equipos de Caterpillar en el mundo y del oportuno suministro de repuestos.

Finning es la empresa de mantenimiento con mayor posicionamiento en el País, con presencia en las empresas mineras más grandes de Chile, como Cerro Colorado, Collahuasi, El Abra, Radimiro Tomic, Chuquicamata, El Tesoro, Minera Esperanza, Minera Spence, Soquimich, Lomas Bayas, Mantos Blancos, Minera Escondida, Mantoverde, Maricunga, Minera Candelaria, Andina, Los Bronces y El Teniente.

Un tema relevante al hablar de costos mineros es la subcontratación, proceso que de por sí es preferido por las empresas para reducir costos por concepto de

beneficios asociados a los trabajadores internos de la empresa. Este proceso está directamente ligado a las remuneraciones y a la productividad.

La productividad es vista como unos de los factores clave que componen la competitividad del país y que hoy en día se ha convertido en un factor de pérdida de la competitividad. Si bien las remuneraciones en promedio solo corresponden a un 8% de los flujos de las empresas mineras es reconocida la relación inversa que ha existido entre el aumento de las remuneraciones y la disminución en los niveles de productividad durante los últimos años y la relación directa que pudiese tener en los ingresos.

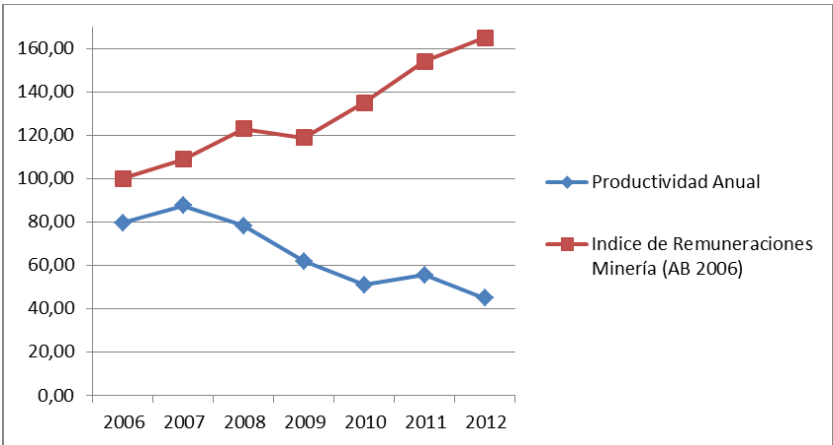
Dentro de los indicadores de gestión, se utilizaron variables básicas como las variaciones anuales entre ingresos y costos y la productividad del personal. Tomando en cuenta estos antecedentes, se recaudaron los datos de producción y el número de horas trabajadas para así obtener la productividad laboral actual que mantiene la empresa. El índice de remuneraciones de la minería se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas, INE. (Ver Anexo 3: Producción de cobre de mina por empresa minera (Miles de toneladas/Anual)).

## Productividad

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Miles de toneladas (Anual)	169.600	181.000	173.500	134.200	136.400	148.400	122.800
Nº Horas trabajadas(Anual)	213.055,7	206.850,2	221.467,1	216.712,2	266.586,9	266.978,1	273.299,3
Productividad Anual	0,7960	0,8750	0,7834	0,6193	0,5117	0,5559	0,4493
Índice de Remuneraciones Minería (AB2006)	100	109	123	119	135	154	165

Grafico comparativo Indice de Remuneraciones por sector economico (Gran Minería) versus la productividad del sector desde el año 2006 al año 2012. (Ver anexo 1).

Grafico n°1: Relación Productividad e Indice de Remuneraciones



Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se tomó como referencia la productividad del año 2012 y se llevó a comparación con el nivel de productividad que promete el modelo una vez implementado en la organización.

Es importante destacar, que el análisis se realizó en primer instancia sobre el efecto que tendría en la utilidad de la organización, y luego se procedió a realizar el análisis en el tratamiento de los costos.

### Fórmula Cálculo

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Toneladas de producción Anual}}{\text{Nº Horas Trabajadas}}$$

$$= \frac{122.800}{273.299,25} \begin{matrix} \text{(Ton. Año)} \\ \text{(Horas Año)} \end{matrix}$$

### Utilidad antes Impto. v/s Productividad

UAI año 2012 (Millones de US\$)	Productividad año 2012	Valor óptimo TPM
USD 620.182.526	0,45	1,4 - 2
USD 1.932.358.167	1,4	
USD 1.312.175.641		

Así, se obtuvo como resultado que si la empresa obtuviese el valor mínimo que propone el modelo como valor óptimo en cuanto a la productividad, la utilidad antes de impuesto podría aumentar a US\$ 1.932.358.167

Datos Estados Financieros de la Empresa Minera en investigación años 2010, 2011 y 2012.

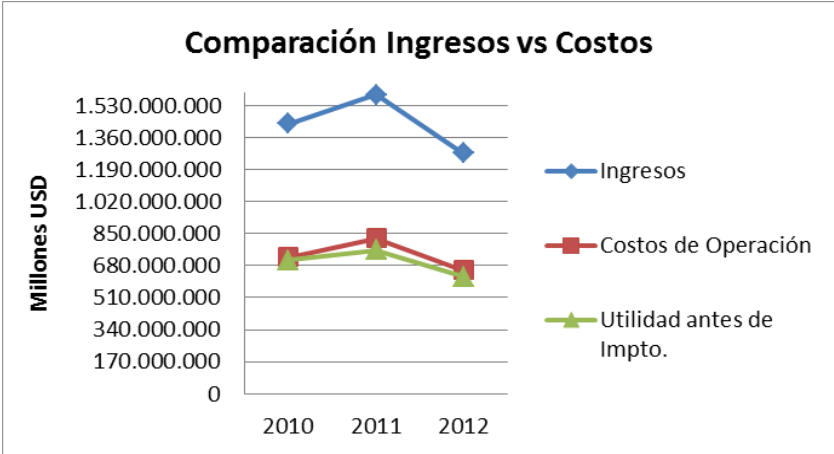
Ingresos Año 2010	Ingresos Año 2011	Ingresos Año 2012
USD 1.434.139.971	USD 1.587.975.027	USD 1.277.329.324

Costos Op. Año 2010	Costos Op. Año 2011	Costos Op. Año 2012
USD 725.624.282	USD 824.434.040	USD 657.146.798

U AI Año 2010	U AI Año 2011	U AI Año 2012
USD 708.515.689	USD 763.540.987	USD 620.182.526

Gráfico comparativo entre los ingresos percibidos la empresa en investigación y la relación directa que existe con los costos operacionales, dejando una utilidad antes de impuesto casi de la misma proporción que los costos de explotación.

Grafico n° 2: Comparación Ingresos, Costos e Utilidad empresa minera



Fuente: Elaboración propia

- **Indicadores eficiencia de Equipo**

TPM utiliza un indicador llamado Eficiencia Global de planta o equipo (OEE o Overall Equipment Efficiency), que está compuesto por 3 sub-indicadores que son la Disponibilidad, la Tasa de Rendimiento y la Tasa de Calidad. El objetivo de este indicador es facilitar la medición de rendimiento del modelo, ya que es difícil medir el proceso de manera global.

## Disponibilidad de la flota de camiones

### Fórmula Cálculo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación} - \text{Tiempos perdidos y tiempos bajos}}{\text{Horas de Operación (Anual)}} \times 100$$

$$= \frac{273.299 - 59.144}{273.299}$$

Valor Óptimo TPM
99% o mas

Valor Actual
78,36%

Con los cálculos se aprecia instantáneamente que la disponibilidad está muy lejos de lo que debiese ser comparando el valor óptimo que nos ofrece el TPM. Este punto es crucial y decisivo para cualquier empresa minera, ya que las metas de producción se construyen en base a la disponibilidad de los equipos y siendo los camiones una de los pilares del proceso de extracción de mineral el índice actual es demasiado bajo.

### Utilidad antes de Impto. v/s Disponibilidad Camiones

UAI año 2012 (Millones de US\$)	Disponibilidad Equipos (%)
USD 620.182.526	78,36%
USD 783.538.413	99%
USD 163.355.887	

Valor óptimo TPM
99% o mas

En el cuadro se puede observar que con el valor optimo que ofrece TPM de un 99% de disponibilidad de los equipos, la utilidad podría aumentar en USD163.355.887 y los costos pasar de USD 657.146.798 a USD 638.519.041.

## Tasa de calidad

### Fórmula Cálculo

$$\begin{aligned} \text{Tasa de Calidad} &= \frac{\text{Total de Procesos} - (\text{defectos} + \text{reprocesos})}{\text{Total de procesos (Anual)}} \times 100 \\ &= \frac{3.866 - 659}{3.866} \end{aligned}$$

Valor Óptimo TPM
99% o mas
Valor Actual
82,95%

### Utilidad antes de Impto. v/s Tasa de Calidad

UAI año 2012 (Millones de US\$)	Tasa de calidad
USD 620.182.526	82,95%
USD 740.181.677	99%
USD 119.999.151	

Valor óptimo TPM
99% o mas

Una situación similar pasa con la tasa de calidad, acá se aprecia la relación entre el número total de procesos de mantención y los procesos que se deben volver a repetir, alcanzando solo el 82,95%. Esto significa que el 82,95% de los procesos de mantención son exitosos, mientras que el resto necesita volver al taller por reproceso u otra falla, lo que se transforma en detenciones innecesarias, tiempos perdidos, menor disponibilidad y menos producción.

## Tasa de Rendimiento

### Fórmula Cálculo

$$\begin{aligned} \text{Tasa de Rendimiento} &= \frac{\text{Tasa media actual de producción}}{\text{Tasa de producción estandar}} \times 100 \\ &= \frac{0,45}{0,61} \end{aligned}$$

Valor Óptimo TPM
96% o mas
Valor Actual
73,49%

La tasa de rendimiento tiene un valor del 73,49% y esta compuesta por la tasa de producción estandar y la tasa media de producción actual. Al calcularla al igual que los indicadores anteriores su valor esta por debajo del óptimo que propone el modelo.

$$\begin{aligned} \text{Tasa de Producción Nominal (Max.)} &= \frac{\text{Volumen Nominal de Producción (Ton.)}}{\text{Tiempo de Operación (Anual)}} \\ &= \frac{167.097}{273.299} \end{aligned}$$

Valor Actual
0,61

$$\begin{aligned} \text{Tasa Media de Producción Actual} &= \frac{\text{Volumen de Producción Actual (Ton.)}}{\text{Tiempo de Operación (Anual)}} \\ &= \frac{122.800}{273.299} \end{aligned}$$

Valor Actual
0,45

Esto significa que los equipos no se están utilizando eficientemente y a su vez con bajos niveles de productividad.

Una vez obtenidos los valores de los 3 sub-indicadores se procedió a calcular la Eficiencia Global de la Planta o Equipo (OEE).

**Fórmula Cálculo**

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia Global del Equipo} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de Rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad} \\ &= 78,36 \times 73,49 \times 82,95 \end{aligned}$$

Valor Óptimo TPM
85% al 95%

Valor Actual
47,77%

La eficiencia global de equipo actual de la empresa es del 47,77%, lo que la clasifica dentro de la categoría de Inaceptable. Esto significa que la empresa esta teniendo importantes perdidas y que nos encontramos frente a una muy baja competitividad. Este resultado significa que los camiones estan siendo utilizados solo con un 47,77% de eficiencia y este porcentaje tan bajo es producido por lo que se vió anteriormente como Las 6 grandes perdidas del mantenimiento (Fallas del equipo, Cambios y ajustes de las máquinas, Marchas en vacío, esperas y detenciones menores durante la operación normal, Velocidad de operación reducida, Defectos en el proceso y Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo), todas ellas causadas generalmente por un mal proceso de mantenimiento.

#### Utilidad antes de Impto. v/s OEE

UAI año 2012 (Millones de US\$)	Eficiencia Global del Equipo 2012	Valor óptimo TPM
USD 620.182.526	47,77%	85% al 95%
USD 1.103.527.626	85%	
USD 483.345.100		

Así comparando la eficiencia global del equipo actual con la óptima, nos encontramos con que la empresa podría aumentar su utilidad en casi 500 millones de dolares, lo cual les permitiría obtener un margen mayor respecto de los costos y así minimizar el riesgo de una baja inesperada en el precio del cobre, que amenaza constantemente a la utilidades de la industria del metal rojo.

- **Indicadores del Mantenimiento**

Dentro de los indicadores de Mantenimiento, los más relevantes para la investigación fueron la Tasa de Mantenimiento de Emergencia, el Tiempo medio entre fallos (MTBF) y el Tiempo medio para reparar una falla (MTTR).

### Tasa de Mantenimiento de Emergencia

$$\begin{aligned} \text{Tasa de Mantenimiento de Emergencia} &= \frac{\text{Numero de trabajos de EM}}{\text{Numero total de trabajo de PM y EM}} \times 100 \\ &= \frac{18.560}{23.163} \end{aligned}$$

Óptimo TPM
0,5% o menos

Valor Actual
80,13%

Observaciones

PM: Mant. Preventido

EM: Mant. De emergencia

Al analizar el indicador de Tasa de mantenimiento de Emergencia, es posible observar que el 80,13% de los mantenimientos que realiza la empresa son de emergencia, cifra alarmante si se toma en cuenta que el modelo propone un valor óptimo del 0,5%. Esto significa que existen serios problemas operativos en el área de mantención y que podrían solucionarse con la implementación del TPM.

Si nos basamos en el supuesto de que la empresa disminuyera sus niveles de mantenimientos de emergencia en un 20% para comenzar, ya que la brecha entre el valor actual y óptimo es demasiado amplia, se observa que llegando a un nivel

del 64,10% de procesos de emergencia, la empresa podría ver aumentada su utilidad en más de 150 millones de dólares.

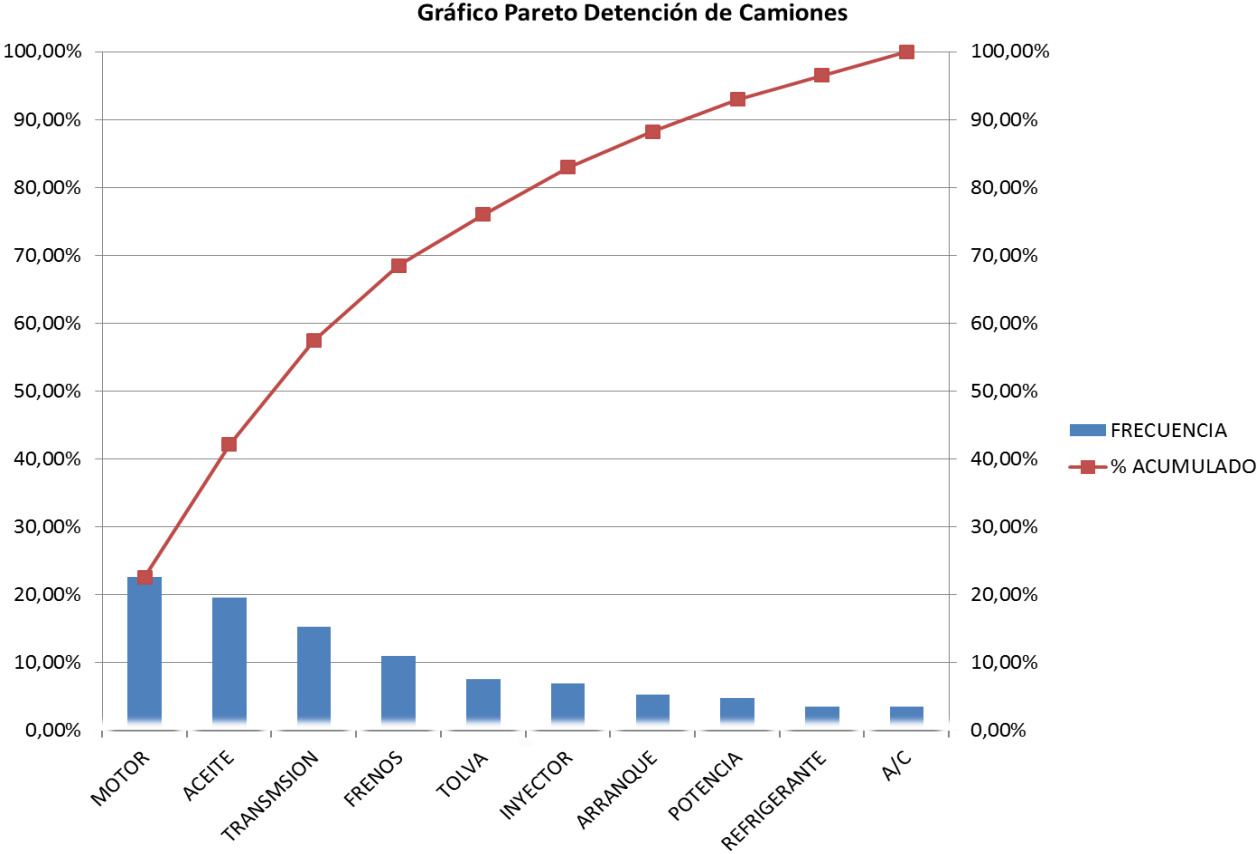
**Utilidad antes de Impto. v/s Tasa de Mantenimiento de Emergencia**

UAI año 2012 (Millones de US\$)	Tasa ME	Valor óptimo TPM
USD 620.182.526	80,13%	0,5% o menos
USD 775.276.534	64,10%	
USD 155.094.008		

A continuación mediante el gráfico de Pareto, se pueden apreciar cuales son las principales causas de la detención de camiones y que culminan en procedimientos de mantenimiento de emergencia. Las fallas mas comunes son las del Motor, seguidas de las de Aceite, ya sea por fuga de aceite o nivel de aceite bajo y luego vienen los problemas asociados a la transmisión, frenos y tolvas.

Es importante destacar que para la realizacion de este gráfico se tomaron en cuenta las 10 fallas mas frecuentes de un camion y que producen un tiempo de detención de entre 4 y 8 horas, lo que se conoce como detenciones mayores, ya que son capaces de mantener al o los camiones detenidos en el taller de mantenimiento durante un turno completo (8 horas) o incluso mas.

Grafico n° 3: Grafico de Pareto con las principales causales de detención en los camiones.



Fuente: Elaboración propia

Así se puede observar que en orden descendente las principales detenciones son provocadas por el motor, problemas de aceite, transmisión, frenos, tolvas, inyector, arranque, potencia, refrigerante y en último lugar se encuentra el aire acondicionado, detención no menor, ya que al interior de la mina los camiones y

cualquier tipo de vehículo tienen prohibido circular con las ventanas abiertas por motivos de seguridad.

### **Mean Time Between Failures**

MTBF, en español, Tiempo Medio Entre Fallos, es un término de confiabilidad que se utiliza para definir el tiempo medio que existe entre una parada y otra, producida por un fallo o avería. Este índice se calcula dividiendo el tiempo de operación total en número total de fallas de los equipos y se obtuvo directamente de la empresa.

Para la empresa en estudio se pudo observar que el resultado se aleja del objetivo del modelo. Actualmente cada camión tiene una falla cada 22,78 horas en promedio, mientras que lo óptimo sería que cada falla ocurriese entre 40 y 50 horas.

A continuación se muestran los datos mensuales correspondientes a las horas entre fallas y el gráfico que muestra la variación mensual de MTBF actual de la organización en comparación al valor óptimo propuesto.

**MTBF Total Flota (Datos año 2012)**

MTBF 2012	MTBF - Horas
Enero	18,7
Febrero	23,1
Marzo	20,6
Abril	22,1
Mayo	25,6
Junio	30,5
Julio	27,9
Agosto	23,1
Septiembre	17,8
Octubre	20,2
Noviembre	24,1
Diciembre	19,6
<b>Promedio</b>	<b>22,78</b>

<b>Objetivo</b>	<b>40</b>
-----------------	-----------

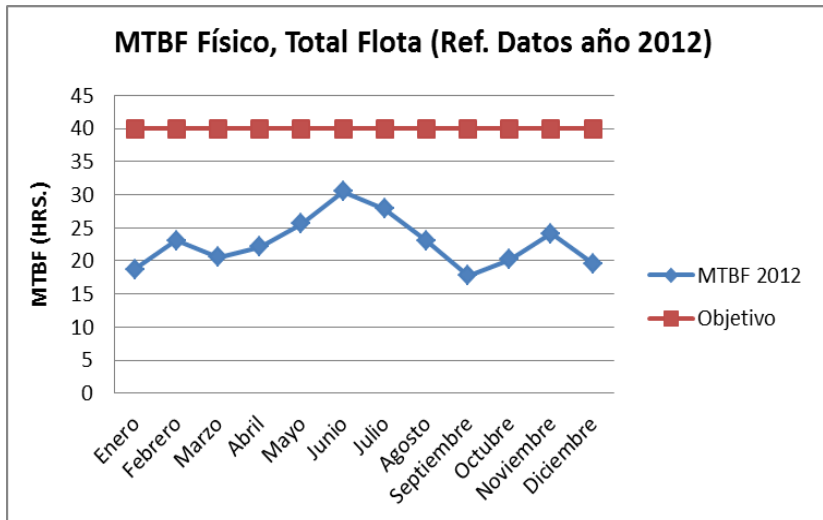


Gráfico: Elaboración propia

Con estos datos, se procedió a comparar el número de horas actual entre fallas con el número de horas óptimo que debiese existir entre una falla y otra y la utilidad antes de impuesto del año 2012, así se obtuvo que al acercarnos al óptimo y en consecuencia aumentar la disponibilidad de los equipos al haber menos fallas y menos tiempos muertos se puede aumentar la utilidad de USD 469.051.329 millones.

**Utilidad antes de Impto. v/s MTBF**

UAI año 2012 (Millones de US\$)	MTBF (Hrs.)
USD 620.182.526	22,78
USD 1.089.233.855	40
USD 469.051.329	

<b>Valor óptimo TPM</b>
40-50 hrs.

## Mean Time To Repair

MTTR o Tiempo Medio para Reparar una Falla, nos permite determinar el tiempo promedio que se utiliza para reparar una avería desde el momento en que el equipo falla hasta que es entregado para volver a operar.

Este índice se calcula dividiendo el número de horas de detención de los equipos por avería en el número total de averías y fue obtenido directamente de la gerencia de mantenimiento de la empresa.

A continuación se observa la tabla de datos correspondiente al número de horas promedio mensual para reparar una falla en los equipos junto con el gráfico que muestra el comportamiento mensual de estos tiempos en comparación al valor objetivo que debería alcanzar la empresa.

**MTTR Total Flota 793**

MTTR 2012	MTTR Hrs.
Enero	4,0
Febrero	4,6
Marzo	5,3
Abril	5,6
Mayo	4,1
Junio	5,7
Julio	3,9
Agosto	4,7
Septiembre	3,9
Octubre	4,2
Noviembre	5,1
Diciembre	4,7
<b>Promedio</b>	<b>4,7</b>

<b>Obejtivo</b>	<b>3,0</b>
-----------------	------------

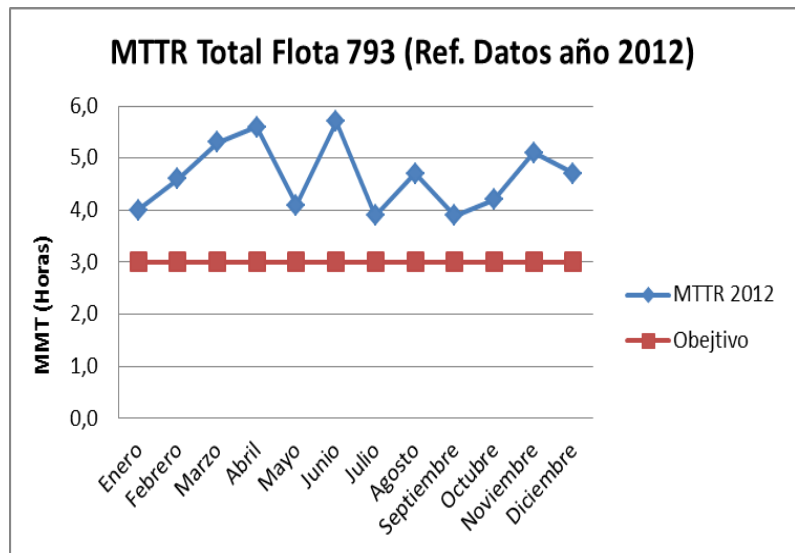


Gráfico: Elaboración propia

En el gráfico se observa que la empresa tampoco logra el valor objetivo en este punto, estando en promedio 1,7 horas arriba del valor óptimo, esto se puede asociar a una mantención mal realizada que termina en una falla más grave a la inicial, recordando que la mayoría de las detenciones son realizadas por fallas de emergencia no programadas.

**UT. Antes Impto. v/s MTTR**

UAI año 2012 (Millones de US\$)	MTTR (Hrs.)	Valor óptimo TPM
USD 620.182.526	4,70	3 - 4 Horas
USD 971.619.291	3	
USD 351.436.765		

Es así como al mejorar los tiempos de reparación de una falla y en consecuencia aumentar el número de horas de producción de los camiones, la empresa podría aumentar su utilidad en USD 351.436.765 millones.

- **Indicadores de Costos**

Los indicadores de costos son efectivos ya que entregan una perspectiva global de la proporción de los costos actuales del área respecto al costo total de producción. Con esta información se obtienen los costos reales en los que la empresa debe trabajar arduamente para reducir.

## Tasa de Costos del Mantenimiento

### Fórmula Cálculo

Tasa de costos de mantenimiento	= $\frac{\text{Costo total del mantenimiento}}{\text{Costo total de produccion}} \times 100$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">Óptimo TPM</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Minimizar</td></tr> </table>	Óptimo TPM	Minimizar
Óptimo TPM				
Minimizar				
	= $\frac{\text{USD 89.348.252}}{\text{USD 657.146.798}}$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">Valor Actual</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">13,60%</td></tr> </table>	Valor Actual	13,60%
Valor Actual				
13,60%				

Con esta información se observa que los costos relacionados con el mantenimiento de camiones corresponden al 13,60% del costo de producción total. Costo no menor para la empresa considerando que los camiones son parte vital del proceso de extracción, transporte y depósito de mineral.

## Tasa de costos globales de mantenimiento

### Fórmula Cálculo

Tasa de costos globales de mantenimiento	= $\frac{\text{Costo totales del mantenimiento + Perdidas por paradas}}{\text{Costos totales de produccion}} \times 100$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">Óptimo TPM</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Minimizar</td></tr> </table>	Óptimo TPM	Minimizar
Óptimo TPM				
Minimizar				
	= $\frac{\text{USD 89.348.252,03 + USD 5.507.623,89}}{\text{USD 657.146.798}}$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">Valor Actual</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">14,43%</td></tr> </table>	Valor Actual	14,43%
Valor Actual				
14,43%				

Al agregarle las perdidas por paradas al costo actual de mantenimiento, se puede observar que la proporción de costos del mantenimiento sobre el costo de producción total aumenta a un 14,43%.

## Costo de detenciones debido a fallas

#### Fórmula Cálculo

$$\begin{aligned} \text{Costo de paradas debido a fallos} &= \text{Tiempo de paradas (Hrs.)} \times \text{Costo por unidad de tiempo (USD)} \\ &= 39.155,78 \times \text{US\$ } 141 \end{aligned}$$

Óptimo TPM
Minimizar

Valor Actual
USD 5.507.623,89

#### Observaciones

Costo Hora Mantencion (USD)	141
-----------------------------	-----

Actualmente, la empresa pierde 59.143,74 horas al año por concepto de detenciones de los camiones, de este total, 39.155,78 horas corresponden a detenciones por fallas inesperadas en los equipos, es decir, que no constituyen parte de los procesos de mantención programados. Así este índice alcanza un valor de USD 5.507.623,89 millones de dólares, cifra que se podrían reducir y generar un ahorro importante para la empresa si existiera un mayor control en los procesos de mantención.

### 3.3 Costos Repuestos e Insumos

El cambio de componentes mayores es un tema sensible para cualquier empresa minera por el alto costo de estos componentes. El área de planificación de la empresa programa los cambios de los componentes con la ayuda de Finning basándose principalmente en los análisis de los lubricantes y en las horas de los componentes, en una menor capacidad. Esto demuestra que se puede seguir construyendo mejoras en torno a determinar historiales de cambio y comportamiento actual de los componentes para poder analizar de mejor manera las actividades que se deben realizar para mantener en mejor condición los

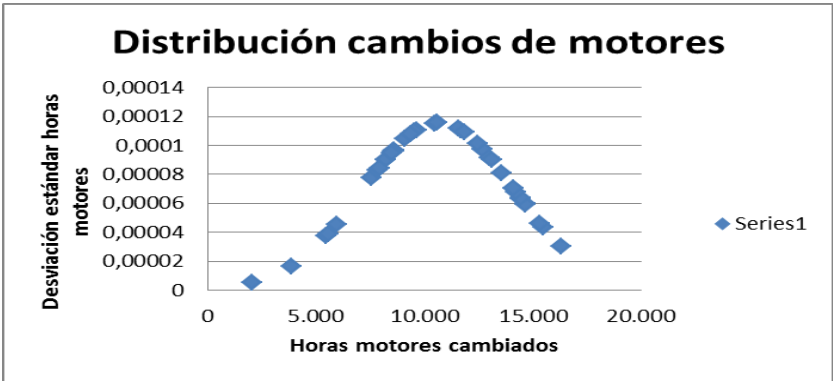
motores y en su defecto poder planificar de mejor manera los cambios de componentes mayores y en consecuencia disminuir costos y aumentar la productividad en todas las áreas.

Para el análisis de los datos, se propuso como objetivo mejorar la condición del 20% de los equipos de la muestra, esto significa que de los 40 equipos analizados con la implementación de TPM se espera que al menos 8 de ellos mejoren su funcionamiento para así alargar su vida útil evitando el recambio de componentes bajo el promedio.

### Motores

Los motores son sensibles, el año 2012 se cambiaron 34 camiones en una flota que considera 45 camiones. En cuanto a los motores cambiados la distribución que ellos presentan es la siguiente:

Grafico n° 4: Distribución cambio de motores



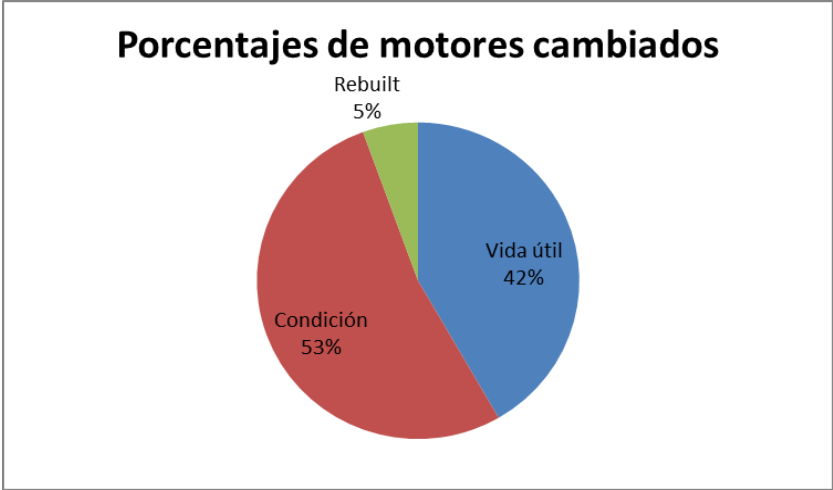
Fuente: Elaboración propia

La media de la muestra es de 10.668 horas de funcionamiento, los motores considerados aquí son 40 y la desviación estándar es de 3.450 horas. Por lo tanto el objetivo es llevar los motores más allá del promedio de 10.668 horas.

Al analizar los camiones que se cambiaron el año anterior se puede observar que el 42% se cambió porque cumplió su vida útil, mientras que el 53% se cambió porque presentó una condición que forzó su cambio. Lo anterior demuestra que existe una meta que podría ser superada al conducir a los motores a una mayor duración propiciando que estos cumplan su vida útil.

Si se lograra mejorar el porcentaje de los motores que cumplieron su vida útil sería una mejora importante en tanto que la compra de un motor es de \$325.510.470 millones de pesos en promedio.

Grafico n° 5: Porcentaje de motores cambiados



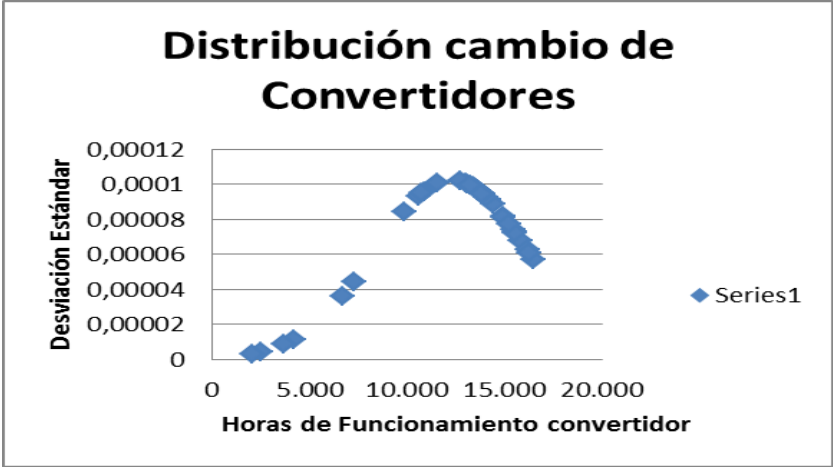
Fuente: Elaboración propia

En conclusión, si se lograra extender la vida de 8 camiones, mediante la inspección de aceites, registros, termografías como apoyo al análisis y buscar nuevas estrategias conducentes a disminuir los cambios de motores por condición, la empresa podría ahorrarse \$2.604.083.760 millones de pesos, USD 5.000.000 millones de dólares al evitar la compra de esos 8 componentes.

### Convertidores

En el registro de los convertidores cambiados, la muestra posee un promedio de 12.311 horas de funcionamiento antes del cambio, la desviación estándar es de 3.880 horas. En esta distribución se puede observar que los convertidores poseen una alta duración exceptuando algunas muestras que incluso se inclinan bajo las 5.000 horas.

Grafico n° 6: Distribución de cambio de los convertidores



Fuente: Elaboración propia

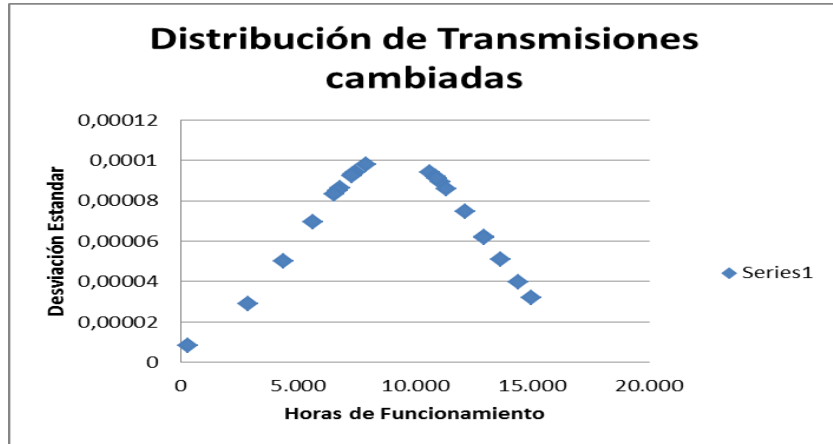
Una particularidad de los convertidores cambiados es que tienen alta duración pero que existe un grupo que falla antes de las 5.000 horas, esto se debe a 3 posibles causas que el año 2012 afectaron a 6 equipos. Primero puede ser debido a que los camiones se envían a Rebuilt (Reconstrucción), por falla interna o por baja presión del Lock Up (Embrague).

Si tenemos en cuenta que cada convertidor tiene un valor de \$ 37.338.800 de pesos y si se lograra extender la vida de ese grupo de convertidores que falla antes de las 5.000 horas más allá del promedio, la empresa se podría ahorrar \$298.710.400 millones de pesos con las mejoras en 8 equipos.

## **Transmisión**

El comportamiento de las transmisiones como se aprecia es diferente, estas tienen un promedio de duración de 9.061 horas con una desviación estándar de 3.901 horas. Al igual que en los casos anteriores el objetivo es intentar alargar la vida de los componentes y en este caso la empresa debe orientarse a buscar soluciones para los componentes que se encuentran bajo el promedio.

Grafico n° 7: Distribución de cambio de transmisiones



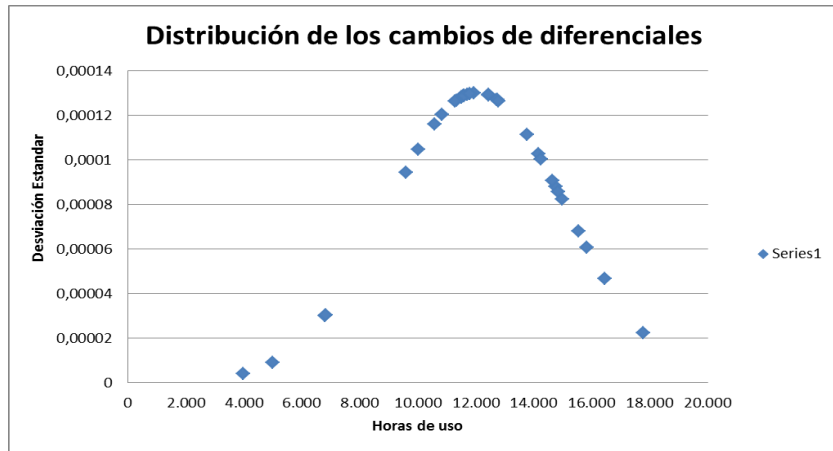
Fuente: Elaboración propia

Los sistemas de transmisión tienen un valor de \$60.663.850 millones de pesos cada uno y si la empresa se enfocara en alargar la vida de solo 8 sistemas que estén bajo el promedio y llevarlos sobre el promedio, esta podría ahorrarse \$485.310.800 millones de pesos, es decir, en promedio USD 970.622 dólares.

### Diferenciales

Por su parte los diferenciales poseen un comportamiento de en promedio 12.051 horas de funcionamiento y una desviación estándar de 3.063 horas.

Grafico n° 8: Distribución de cambio de los diferenciales



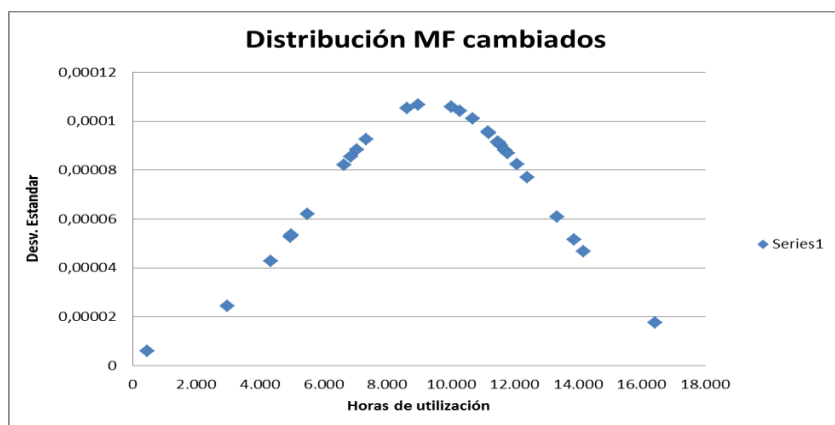
Fuente: Elaboración propia

Si la empresa tomase medidas para aumentar las horas de funcionamiento de los equipos que quedan bajo el promedio, podría ahorrarse \$22.496.420 millones de pesos por cada componente y si se extendiera la vida de 8 componentes, este ahorro alcanzaría la suma de \$179.971.360 millones de pesos o USD 359.943 dólares.

### Mandos Finales

Según el análisis los Mandos Finales se han cambiado a las 9.374 horas con una desviación estándar de 3.714 horas.

Grafico n° 9: Distribución cambio de mandos finales



Fuente: Elaboración propia

Los mandos finales tienen un valor de \$108.058.910 millones de pesos cada uno y la empresa se enfocara en la mejora de 8 quipos de la muestra, la empresa podría ahorrarse \$864.471.280 millones de pesos, es decir, alrededor de USD 1.700.000 millones de dólares.

Por último, se presenta un cuadro resumen con la información descrita anteriormente y un cuadro con el ahorro total que podrían traer estas mejoras a la empresa.

<b>Resumen</b>	<b>Promedio de cambios (Hrs.)</b>	<b>Desviación estándar (Hrs.)</b>
Motor	10.668	3.450
Convertidor	12.311	3.881
Transmisión	9.061	3.901
Diferencial	12.051	3.063
MFD	9.374	3.714
MFI	10.635	3.166

<b>Resumen Ahorro FLOTA 793</b>				
<b>Tipo de Componente</b>	<b>Valor Componente</b>	<b>20% a mejorar</b>	<b>Ahorro (Pesos)</b>	<b>Ahorro (USD)</b>
Motor	\$ 325.510.470	8	\$ 2.604.083.760	\$ 5.208.167,52
Convertidor	\$ 37.338.800	8	\$ 298.710.400	\$ 597.420,80
Transmision	\$ 60.663.850	8	\$ 485.310.800	\$ 970.621,60
Diferencial	\$ 22.496.420	8	\$ 179.971.360	\$ 359.942,72
Mandos Finales	\$ 108.058.910	8	\$ 864.471.280	\$ 1.728.942,56
			<b>\$ 4.432.547.600</b>	<b>\$ 8.865.095,20</b>

## **CAPITULO 4: ANALISIS DE RESULTADOS**

El objetivo principal de éste capítulo es analizar los resultados arrojados por los indicadores del modelo, esto bajo el supuesto de que la organización alcanzará los niveles óptimos que se proponen con la implementación del mantenimiento productivo total (TPM).

También es importante señalar que se analizaron los resultados respecto al objetivo de la investigación que es reducir costos en una empresa minera utilizando el modelo TPM, especialmente ligado a la mantención de camiones.

Con el resultado de los indicadores se procedió al análisis en conjunto con los ingresos, costos y utilidad antes de impuesto para así obtener la disminución en el nivel de costos de la empresa.

El estudio se dividió en dos partes, primero el análisis de los indicadores y segundo el ahorro que se puede producir por concepto de insumos y repuestos al lograr los objetivos de TPM.

### **4.1 Análisis de Indicadores**

Como se vio en los indicadores de costos, los costos del mantenimiento corresponden al 13,60% del costo de producción total, es por esta razón que es fundamental que la empresa tome medidas para mantener los costos de esta área bajo control.

Es imprescindible para este estudio que se entienda que todo el proceso funciona como una cadena y que cualquier imprevisto tiene un efecto domino sobre el resto de la serie. Esto quiere decir, que una mala mantención (calidad deficiente en el proceso) o la falta de ella en el momento oportuno, provocará mantenimientos de emergencia, detenciones, disminución en la disponibilidad del equipo, disminución en los niveles de producción y en productividad del equipo, necesidad de repuestos más a menudo y en conclusión llevará a la empresa a un aumento de los costos.

A continuación se presenta un cuadro resumen que contiene la siguiente información:

- Valores actuales de rendimiento de la organización.
- Valores óptimos planteados por el modelo TPM.
- El costo de operación total de la empresa durante el año 2012 (USD).
- Proporción de los costos de mantenimiento en relación al costo total operativo (%).
- Costo total de mantención correspondiente al año 2012 (USD).
- Nuevo costo del área de mantención con los valores óptimos.
- Variaciones tanto porcentuales como monetarias entre el costo original y el nuevo costo con TPM.
- Nuevo costo de operación total para la empresa.
- Disminución porcentual del costo de operación total con TPM.

**Cuadro Resumen Variación de los Costos de Mantenimiento y Costo Total**

Indicador	Valor actual	Valor Optimo TPM	Costo de Operación Total (2012)	% Costo Mantenición Sobre CT Operación	Costo Total Mantenición (2012)	Nuevo Costo Mant. Con TPM	Variación Costo Mantenición	Variación (%) Costo Mantenición	Nuevo Costo Total de Operación	Variación (%) Costo Mant. con TPM sobre los CT
<b>Indicador de Gestión</b>										
Productividad	0,45	1,4 - 2,0	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 28.719.081	USD 60.629.171	67,86%	USD 596.517.627	9,23%
<b>Indicadores de Eficiencia</b>										
Disponibilidad	78,36%	99% o mas	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 70.720.495	USD 18.627.757	20,85%	USD 638.519.041	2,83%
Tasa de Calidad	82,95%	99% o mas	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 74.863.005	USD 14.485.247	16,21%	USD 642.661.551	2,20%
Tasa de Rendimiento	73,49%	96% o mas	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 68.397.948	USD 20.950.304	23,45%	USD 636.196.494	3,19%
OEE	47,77%	85% al 95%	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 50.213.718	USD 39.134.534	43,80%	USD 618.012.264	5,96%
<b>Indicadores De Mantenimiento</b>										
Tasa de Proc. de Emergencia	80,13%	64,10%	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 71.474.141	USD 17.874.111	20,00%	USD 639.272.687	2,72%
MTBF	22,78 Hrs.	40 Hrs.	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 50.883.830	USD 38.464.422	43,05%	USD 618.682.376	5,85%
MTTR	4,7 Hrs.	3 Hrs.	USD 657.146.798	13,60%	USD 89.348.252	USD 57.030.799	USD 32.317.453	36,17%	USD 624.829.345	4,92%

El cuadro se puede observar que con cada uno de los indicadores por si solo se puede llegar a reducir el costos de mantenimiento entre un 16,21% y un 67,86%. Esto en promedio genera una disminución del 42,18% en el costo de mantenimiento total, lo que demuestra la efectividad del modelo TPM al alcanzar las metas presentadas.

Monetariamente hablando los costos del mantenimiento total disminuirían de USD 89.348.252 a USD 51.664.314. Esto significa un ahorro de USD 37.683.938 dólares para la empresa.

Con estos datos se procedió a recalcular el costo de operación total de la empresa para apreciar de manera más amplia el impacto que tiene TPM en los costos operacionales. Así se puede concluir que al incluir el nuevo nivel de costos de mantenimiento de USD 51.664.314 dólares al costo operacional total, el costo total de la empresa minera pasará de USD 657.146.798 a USD 619.462.860 dólares, lo que corresponde a una disminución total de costos del 5,73%.

### **Tratamiento de los costos**

#### **EEFF original año 2012**

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324
Costos Op. Año 2012	USD 657.146.798
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 620.182.526</b>

Para llegar a los resultados observados en el cuadro resumen, se tomó cada indicador y se comparó con el nivel de costos basándonos en los estados

financieros del año 2012 de la empresa en estudio. Cada cálculo especifica la variación porcentual en que disminuyen los costos al momento de hacer más óptimos los procesos mediante TPM.

### Indicadores de Gestion

### **% Variación del Costo Operacional**

#### 1. Productividad

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324		
Costos Op. Año 2012	USD 596.517.627	→	△ <sup>-</sup> 9,23%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 680.811.697</b>		

### Indicadores de eficiencia del equipo

#### 1. Disponibilidad

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324		
Costos Op. Año 2012	USD 638.519.041	→	△ <sup>-</sup> 2,83%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 638.810.283</b>		

#### 2. Tasa de calidad

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324		
Costos Op. Año 2012	USD 642.661.551	→	△ <sup>-</sup> 2,20%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 634.667.773</b>		

#### 3. Tasa de Rendimiento

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324		
Costos Op. Año 2012	USD 636.196.494	→	△ <sup>-</sup> 3,19%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 641.132.830</b>		

#### 4. OEE

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324		
Costos Op. Año 2012	USD 618.012.264	→	△ <sup>-</sup> 5,96%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 659.317.060</b>		

## Indicadores del Mantenimiento

## % Variación del Costo Operacional

### 1. Tasa de Mant. De Emergencia

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324	
Costos Op. Año 2012	USD 639.272.687	→ $\Delta^-$ 2,72%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 638.056.637</b>	

### 2. MTBF

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324	
Costos Op. Año 2012	USD 618.682.376	→ $\Delta^-$ 5,85%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 658.646.948</b>	

### 3. MTTR

Ingresos Año 2012	USD 1.277.329.324	
Costos Op. Año 2012	USD 624.829.345	→ $\Delta^-$ 4,92%
<b>UAI Año 2012</b>	<b>USD 652.499.979</b>	

## 4.2 Análisis de Repuestos e Insumos

El estudio de los insumos y repuestos, se basó en el análisis de componentes mayores, conformado por los motores, convertidores, la transmisión, los diferenciales y los mandos finales. El estudio se fundamentó en analizar cada cuanto tiempo se producía el cambio de alguno de los componentes, proponiendo con el modelo TPM aumentar la vida útil de los equipos para evitar el recambio de componentes de manera tan habitual.

Basado en ese análisis y con los datos que se obtuvieron en el capítulo anterior, se puede concluir que si la empresa lograra aumentar la vida útil del 20% de los componentes mayores, la empresa podría lograr un ahorro total de USD 8.865.095 dólares.

Si incorporamos esta variación de casi nueve millones de dólares al nuevo costo de mantención con la implementación de TPM, este llegaría a USD 42.799.219, disminuyendo el costo operacional total a USD 610.597.765, lo que da una disminución total de costos del 5,96% para la empresa.

Componente	Valor Unitario Componente (\$)	Valor Unitario Componente (USD)	Total Flota en Estudio	Objetivo (%) Equipos a mejorar	N° Equipos a mejorar	Ahorro Total (USD)
Motor	\$ 325.510.470	USD 651.021	40	20%	8	USD 5.208.168
Convertidor	\$ 37.338.800	USD 74.678	40	20%	8	USD 597.421
Transmision	\$ 60.663.850	USD 121.328	40	20%	8	USD 970.622
Diferencial	\$ 22.496.420	USD 44.993	40	20%	8	USD 359.943
Mandos Finales	\$ 108.058.910	USD 216.118	40	20%	8	USD 1.728.943
						<b>USD 8.865.095</b>

## CONCLUSIONES

El tema a investigar se inspiró en la constante necesidad y presión a las que se ven sometidas las empresas de la gran minera para reducir costos, dada la estrecha brecha que existe entre los costos operacionales y el precio del cobre. Esta investigación tuvo como fin servir de apoyo a las empresas en el desarrollo de nuevas tecnologías, sistemas y filosofías que contribuyan a reducir costos.

Como se dijo, existe un constante desarrollando de nuevas tecnologías que apoyen las tareas diarias de las organizaciones para hacer los procesos más eficientes, pero es necesario tener en cuenta que sin los sistemas de gestión, como TPM, es imposible en la práctica alcanzar el éxito.

Los sistemas de gestión son de suma importancia, en especial en las empresas mineras, donde generalmente más del 50% de los trabajadores pertenecen a empresas contratistas y que se rigen por su propia cultura organizacional, lo que dificulta la comunicación y el cumplimiento correcto de las labores. Es por esto que TPM como sistema de gestión promueve por parte de los trabajadores el mantenimiento autónomo con el fin de lograr la soberanía en la gestión.

Luego de un profundo análisis para lograr estudiar la situación actual que posee la empresa en investigación, en relación a los indicadores que ofrece el modelo y compararla con los resultados que se debiesen obtener con el modelo incorporado en la organización, se llegó a la conclusión de que la organización se encuentra actualmente en una gran desventaja en comparación a los niveles óptimos que

ofrece TPM. Donde analizando cada uno de los indicadores independientemente para así desglosar cada rasgo del proceso de mantención, todos sin excepción estaban bajo el nivel óptimo.

Así, comparando ambos análisis, se pudo concluir, que si la organización alcanzara los niveles mínimos óptimos que propone TPM y solamente por concepto de indicadores, la empresa podría reducir en promedio sus costos de mantención en un 42,18%, mientras que en relación al costo operacional total, TPM permitiría reducir los costos en un 5,73%, teniendo en cuenta que el mantenimiento de camiones corresponde al 13,60% del costos de producción total.

Por otra parte, en relación al análisis de repuestos e insumos, sobre los llamados componentes mayores de los camiones, se pudo concluir que mejorando los procesos de mantenimiento, al incluir el mantenimiento autónomo y en consecuencia, extendiendo la vida útil de los equipos por sobre el promedio, la organización podría ahorrar USD 8.865.095 dólares por concepto de recambio de componentes.

Es importante destacar que para este análisis, la investigación se basó en los componentes mayores de los camiones que corresponden a los motores, convertidores, transmisión, diferenciales y mandos finales (derecho e izquierdo).

Por último, al consolidar ambos análisis, se pudo concluir que la organización al implementar TPM en sus procesos de mantenimiento, teniendo en cuenta que para los indicadores se tomaron como referencia los valores óptimos mínimos y

que para el análisis de repuestos e insumos se tomó como referencia que solo el 20% de los equipos extendiera su vida útil, podría reducir sus costos de operación en un 5,96%, pasando de un costo operacional total de USD 657.146.798 a USD 610.597.765. Por lo que se estima que la propuesta es aceptable, pues cumple plenamente con el objetivo planteado de la investigación.

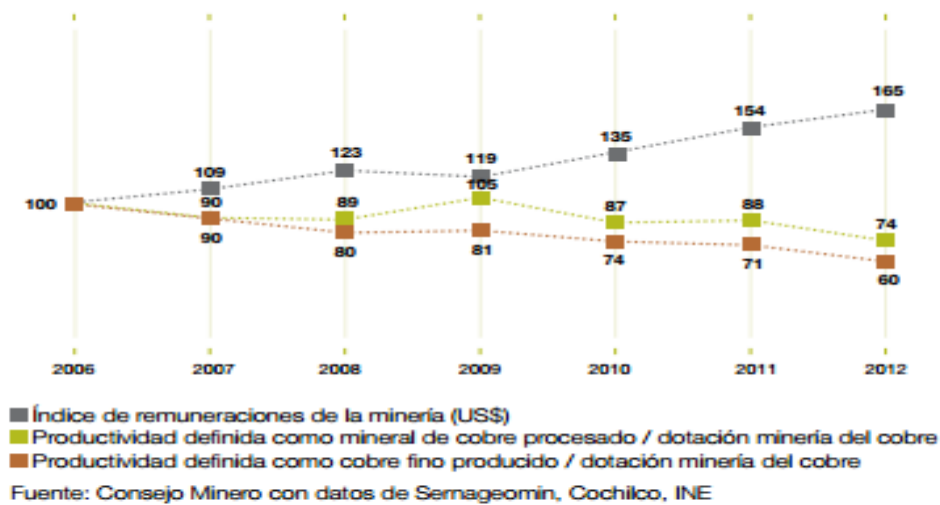
## BIBLIOGRAFIA

1. R. Hansen, Maryanne M. Mowen, Administración de Costos, Contabilidad y control, Quinta edición. THOMSON, 2007.
2. Francisco Rey Sacristán, Mantenimiento Productivo Total (TPM), FC Editorial, 2001.
3. Krajewski, Lee J, Larry P. Ritzman, Administración de Operaciones, Quinta edición, Pearson Educación, 2000.
4. SEIICHI NAKAJIMA, Introducción al Mantenimiento Productivo total (TPM), S.A TGP, Tecnología de gerencia y producción, 1991.
5. Richard B. Chase, Nicholas J. Aquilano, F. Robert Jacobs, Administración de producción y operaciones, Octava edición, Santafé de Bogotá : McGraw-Hill, 2000.
6. Ríos Guerra, Héctor, Mantenimiento productivo total (TPM), como herramienta para mejorar los procesos productivos (Tesis), Valparaíso, Universidad de Valparaíso, 2011.
7. Edward J. Blocher, Administración de costos, Cuarta edición, McGraw-Hill, 2007.

## ANEXOS

Anexo n° 1: Grafico relacion entre la productividad laboral en la minería del cobre y las remuneraciones en la minería desde el año 2006 hasta el año 2012.

Productividad laboral en la minería del cobre y remuneraciones en minería 2006-2012



Anexo n° 2: Planilla de revisión para el proceso de mantenimiento de camiones de la gran minería. La planilla corresponde a la pauta que utiliza Finning CAT para ejecutar las mantenciones, y la que se expone a continuación corresponde a la mantencion de 500 horas.



Planificación Finning -

Horas Programadas

CAT

FECHA INICIO

HORA INICIO

HOROMETRO

FECHA TERMINO

KILOMETRAJE

HORA TERMINO

# 793D

## SERIE

**PM 500 HRS + LUBRICACION + CHEQUEO  
POR ALINEAMIENTO.**

### TRABAJOS ASOCIADOS

TRABAJO	N° BACKLOGS (MANAGER)	HR	OT ELIPSE VALES	EJECUTOR(ES) INICIAL	EJECUTOR(ES) FINAL (♣♣)
PM	500 HRS				

(♣♣) COMPLETAR SOLO EN CASO DE RECIBIR PM DE TURNO ANTERIOR

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA SUP. TURNO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA JEFE OPERACIÓN

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA PRT DE PM



**PAUTA DE MANTENCIÓN CAT 793  
CHECK LIST DE PRE-PM  
LÍDER + (TECNICO 2 EN CABINA)**

<b>ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD</b>	45 1.- DELIMITE AREA DE TRABAJO (CON CONOS) 2.- ACUÑE POSICIONES TRASERAS DEL EQUIPO 3.- MANTENER COMUNICACIÓN CON PERSONAL DE CABINA 4.- RESPETE TODAS LAS ADVERTENCIAS DEL CAMIÓN	<b>TRABAJO CON EQUIPO ENERGIZADO Y MOTOR CORRIENDO</b>
----------------------------------	--	--

EQUIPO   HOROMETRO	<b>88</b>		HORA INICIO	
**EJECUTANTE(S)			HORA TERMINO	

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS REALIZADO POR CADA TÉCNICO, EN CASO DE TRASPASAR PAUTA DE UN TÉCNICO A OTRO

N°	Descripción de la Actividad	Tiempo Prog.	Código Técnico	Tiene?		Detalle de la Observación
				SI	NO	
1	Existencia de radio musical	3min				
2	Existencia de radio de comunicación					

NOTA: EN CASO DE NO TENER RADIO MUSICAL O DE COMUNICACIÓN INFORMAR INMEDIATAMENTE A JEFE DIRECTO.

N°	Descripción de la Actividad	Tiempo Prog.	Código Técnico	EJEC.		COND. OBSERV.			Detalle de la Observación
				SI	NO	1	2	3	

44564 opcional Niveles de Criticidad: 1(Normal); 2(Observación); 3(Crítico)

CHEQUEOS OPERACIONALES (CON MOTOR CORRIENDO)										
1	Mantenga comunicación con personal exterior, para chequeos operacionales.	5min								
2	Medir tiempo de ciclo CUT IN/OUT. Valor esperado superior a 29 seg. Corte superior 3100 psi, corte inferior 2750 psi.									
3	Inspeccionar estado estructural y niveles deposito aceite de dirección									

**DETENER MOTOR CON TOLVA ARRIBA**

CHEQUEO PARTE INFERIOR DEL MOTOR ( D )										
3	Verificar estado y existencia de las abrazaderas (2) de la tubería principal de alimentación de aceite motor. (Bajo carter)	5min								
4	Estado de roces en líneas (Hidráulicas, aire, etc.)									
5	Verificar estado de pernos y planchas de protección de motor (verificar golilla espaciadora N°parte: 5T-8224)									
6	Revisar estado de correa del ventilador									
7	Revisar estado de correa del alternador									
8	Revisar estado de correa del aire acondicionado									

CHEQUEO PARTE CENTRAL DEL EQUIPO ( E )										
9	Chequear e identificar mangueras en mal estado (roces y falta de abrazaderas).	5 min (gral)								
10	Chequear tanque de combustible									
11	Chequear filtros refrigeración de frenos por fugas									
12	Chequear filtro carga de transmisión por fugas									
13	Chequear filtro salida de convertidor por fugas									
14	Chequear enfriadores de frenos traseros									
15	Chequear filtro desaplicación de frenos por fugas									
16	Revisar estado general de las líneas de aire									
17	Chequear bomba de convertidor									

CHEQUEO PARTE POSTERIOR DEL EQUIPO ( F )										
18	Chequear fugas sector mallas de la transmisión	5 min (gral)								
19	Chequear protección filtro de diferencial y pasador de suspensión									
20	Chequear estado de cable de sujeción de tolva									
21	Chequear estado y juego de botapiedras (verificar topes)									
22	Chequear focos traseros. (líneas eléctricas, golpes, daños, etc )									
23	Chequear fugas por cañerías de enfriamiento en Mandos Finales									

**OBSERVACIONES**

Ítem	DETALLES	SOLUCIÓN	EJECUTADO	
			SI	NO
24				



## PAUTA DE CHEQUEO OPERACIONAL

EQUIPO: FECHA: NOMBRE TECNICO: 

### CABINA

N°	Descripción de la Actividad	Bueno	Malo	Reparado
1	Cierre hermético puerta cabina / Funcionamiento de chapa			
2	Funcionamiento Motor Limpiaparabrisas			
3	Plumillas limpia parabrisas en buen estado			
4	Encendido luz interior de cabina			
5	Encendido luces de Tablero			
6	Encendido luz de tablero Vims			
7	Encendido luz de tablero relojes			
8	Encendido luces de indicadores			
9	Condición / Estado del asiento			
10	Funcionamiento de regulación del asiento			
11	Funcionamiento de cinturón de seguridad			
12	Funcionamiento de alza vidrio			
13	Sellado de cabina			
14	Alarma activas de Vims			
15	Existe espejo retrovisor izquierdo (grande) / revisar base			
16	Existe espejo retrovisor derecho (panoramico) / revisar base			
17	Chequeo operacional de bocina			
18	Chequeo de posavasos			
19	Chequeo funcionamiento de Parasol			
20	Funcionamiento Radio Musical			
21	Funcionamiento Radio de comunicación			
22	Existencia y funcionamiento de pistola de soplado de cabina			
23	Revisar Aire a/c (Funcionamiento y perilla regulación)			
24	Revisar calefacción (Funcionamiento y Perilla de regulación)			

### PARTE DELANTERA

N°	Descripción de la Actividad	Bueno	Malo	Reparado
1	Encendido de neblineros			
2	Encendido luces intermitentes			
3	Encendido de luces de carretera inferiores			
4	Encendido de luces de carretera superiores			
5	Número delantero existente			

### PARTE TRASERA

N°	Descripción de la Actividad	Bueno	Malo	Reparado
1	Encendido luces de estacionamiento / freno			
2	Encendido luces intermitentes			
3	Encendido luces marcha atrás			
4	Funcionamiento de número trasero luminoso			

### COMENTARIOS


---

Firma Líder de PM



**CARTILLA DE IDENTIFICACION Y SOLUCION DE PROBLEMAS**

EQUIPO **88** PM **500** FECHA

ITEM	DESCRIPCION	REALIZADO SI / NO	PRIORIDAD URGENTE MEDIA BAJA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

**Nota: Favor dejar respaldo por ejecucion de problemas. En caso de reprogramar intervencion, generar backlogs respectivo segun formato del modelo de mantenimiento.**

\_\_\_\_\_  
NOMBRE + FIRMA LIDER PM

\_\_\_\_\_  
NOMBRE + FIRMA JEFE TURNO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE + FIRMA JJ.OO.

\_\_\_\_\_  
NOMBRE + FIRMA INSPECTOR DE FLOTA



**PAUTA DE MANTENCIÓN CAT 793  
PAUTA ELECTRICA DURANTE LAVADO  
1 TECNICO - 1 ELECTRICO**

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- 45 1.- RESPETE PROC. DE LAVADO DE EQUIPOS (FC-018)
- 2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS
- 3.- MANTENER COMUNICACIÓN CON PERSONAL EXTERIOR
- 4.- RESPETE TODAS LAS ADVERTENCIAS DEL CAMIÓN
- 5.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO

**TRABAJO CON EQUIPO  
ENERGIZADO Y MOTOR  
CORRIENDO (TOLVA ARRIBA -  
FUNDA VOLANTE)**

EQUIPO | HOROMETRO

**88**

HORA INICIO

\*\*EJECUTANTE(S)

HORA TERMINO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS EJECUTADO CON NOMBRE DEL TECNICO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS REALIZADO POR CADA TÉCNICO, EN CASO DE TRASPASAR PAUTA DE UN TECNICO A OTRO

**Sistema electrico y cabina**

N°	Descripción de la Actividad	Repuestos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Tecnico
					SI	NO	
1	Encienda todas las luces y verifique correcto funcionamiento de éstas						
2	Verifique el voltaje de carga del alternador			codigo VIMS			
3	Revisar estado y registrar nivel de saturación filtros de aire (antes y después del cambio de filtros). [NOTA: Cambiar según condición, si VIMS indica > 10 " H <sub>2</sub> O].	9Y-7662 251-5885	4 4	Código Vims 104			Chequear caja de filtros y condición visual de filtro de aire registrar fecha de cambio en el elemento
4	Chequear Diferencia suspensiones delanteras y traseras (Nota: ésta no puede ser mayor a 50 psi)			Código Vims 710 - 711			
5	Revisar switch de nivel de aceite de Motor (Cambiar si es necesario)	123-2993	1				
5	Chequear bomba de sistema de engrase automático			Vims (Lubman + OK)			
6	Chequear señal de body-up (ajustar si es necesario)						
7	Revisar estado cinturones de seguridad	N°p 1823504 cod. 297929	2				
8	Revisar estado del parasol	137-0024	1				
9	Revisar pernos sujeción accesorios de cabina						
10	Probar operación de alarmas						
13	Chequea pernos de válvula de control de frenos de parqueo						
14	Chequear alarma de retroceso y luz indicadora de tolva arriba						
15	Verificar funcionamiento de radio de comunicación y radio musical						
16	Verificar funcionamiento de pantalla dispach						

**Sistema de información Vital**

N°	Registre Codigos activos desde display Vims			Requiere Reparación		Registre Descripción de codigo Activo (reparación)
	MID	CID	FMI	SI	NO	
1						
2						
N°	Registre Codigos registrados de display Vims			Requiere Reparación		Registre Descripción de codigo registrado (reparación)
	MID	CID	FMI	SI	NO	
1						
2						

**Inspecciones predictivas con ET**

N°	Descripción de la Actividad	Repuestos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Tecnico
					SI	NO	
2	Realice prueba del control automático de retardación ARC			Intercomunicador ET y notebook			
5	Inspeccion visual estado de arnés. Si se encuentra en mal estado generar backlogs.						
9	Inspeccione el correcto funcionamiento de motor y plumillas limpia parabrisas						
10	verificar correcta estado de caja Lototo <b>repare de ser necesario</b>						
11	Verifique el correcto funcionamiento de las luces de trabajo en motor						

NOMBRE/FIRMA PRT DE PM

NOMBRE/FIRMA SUP. TURNO

NOMBRE/FIRMA JEFE OPERACIÓN



**PAUTA DE MANTENCIÓN CAT 793B PM 500**

**TRABAJOS ESPECÍFICOS EN TALLER**

**MONITOREO DE CONDICIONES 1 LIDER - 1 TECNICO**

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- 45 1.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO
- 2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS
- 3.- DESNERGIZAR Y BLOQUEAR EL EQUIPO ( LOTOTO )
- 4.- USE RECIPIENTES PARA LOS FLUIDOS

**TRABAJO CON EQUIPO DESENERGIZADO (CON PRT)**

EQUIPO | HOROMETRO

**88**

HORA INICIO

\*\*EJECUTANTE(S)

HORA TERMINO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS EJECUTADO CON NOMBRE DEL TECNICO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS REALIZADO POR CADA TÉCNICO, EN CASO DE TRASPASAR PAUTA DE UN TECNICO A OTRO

**SECUENCIA DE ACTIVIDADES "EQUIPO CORRIENDO"**

N°	Descripción de la Actividad	Requisitos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Tecnico
					SI	NO	
1	Posicionar Masas y Mandos Finales	no		Gata hidráulica			
2	Levantar tolva y asegurar.	no		cable de seguridad	1	1	
3	Tomar muestra de aceite de motor en batería de filtros ( 1 a Oficina APD para test de parche )	no	2	Kit de APD con VV de muestreo (8T-9208)	1		
4	Tomar muestra de aceite de transmisión en filtro carga	no	1	Kit de APD con VV de muestreo (8T-9208)		1	
5	Tomar muestra de aceite de dirección en VV alivio solenoide (Previo-diálisis). Indicar Código ISO / /.	no	1	Kit de APD con VV de muestreo (8T-9208)	1		
6	Tomar muestra de aceite hidráulico en filtro de parqueo	no	1	Kit de APD con VV de muestreo (8T-9208)		1	

**SECUENCIA DE ACTIVIDADES "EQUIPO DESENERGIZADO" ( tomar muestras y rotular al momento )**

N°	Descripción de la Actividad	Requisitos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Tecnico
					SI	NO	
7	Desenergizar equipo y probar parada de emergencia (liberar presiones)	no					
8	Bloquear equipo	no					
9	Tomar muestra de aceite en mandos y diferencial (previo a diálisis)	no	2 c/u	Kit de APD			
10	Tomar muestra de aceite en ruedas delanteras	no	1 c/u	Kit de APD			
11	Drenar aceite de ruedas delanteras	no					
12	Abastecer con aceite ruedas delanteras (cambiar sello y tapones)	5B-3265	4	23 lts SAE-60 c/u			
13	Cambiar respiraderos ruedas delanteras	183-3873	2				
14	Drenar aceite de Motor (carter delantero)	no		Llave barrote 7/8			
15	Drenar aceite de Motor (carter trasero)	no		Llave barrote 3/4			
16	Cambiar filtros aceite de motor	2P-4005	4	Faja CAT 185-3630 Guantes antideslizantes			
17	Cortar filtro N°1 de aceite motor (solo paño filtrante)	no	1	Cortadora de filtros			
9	Chequear torque de abrazadera de escape y admisión de turbos (torque especificado en 10 ± 1 lb-pie) Unión de caracolas. Revisar Chequear soporte de turbos.	no	4	Torque de 3/8			
18	Abastecer con aceite el motor	no	291 lts.	SAE 15 W 40			
19	Cambiar filtros secundarios de combustible	1R-0755	2	Faja CAT 185-3630			
20	Cambiar filtros racord de combustible	111-0716	2				
21	Tomar fotografía a filtros racord	no		Cámara digital			
22	Lavar tazón de filtro primario de combustible y drenar por posible presencia de agua.	no					

23	Cebar sistema de combustible	no		Bomba eléctrica o manual			
24	Tomar muestra de aceite de convertidor	no	2	Kit de APD (con vampiro desde ducto de llenado)			
25	Cambiar respiradero de estanque de combustible	6G-7803	1				
26	Cambiar filtro de aceite de carga del convertidor (cambiar sellos de filtro y tapon) (lado derecho)	4T-3132	2				
		8T-6444	1				
		6F-4855	1				
		2S-4078	1				
27	Cambiar filtro de parking brake	4T-3131 2S-8439	1 1	Pistola 1", dado impacto 1" 1/2. Barrote 3/4", Dado 1" 1/2			
28	Cambiar filtros de enfriamiento de frenos del. [ambas torres, lado derecho]. (cambiar sellos de filtro y tapones)	4T-3132	2				
		8T-6444	1				
		6F-4855	1	Escalera plataforma + llave barrote 18			
		2S-4078	1				
29	Cambiar respiradero de rotocamaras delanteras	183-3873	1				
28	Cambiar respiradero de rotocamaras traseras	183-3873	1				
29	Tomar muestra de aceite de transmisión (por rejillas magnéticas)	no	1	Kit de APD			
30	Cambiar filtro de carga de transmisión (cambiar sellos de filtro y tapones)	4T-3131	1				
		2S-8439	1	Pistola 1", dado impacto 1" 1/2. Barrote 3/4", Dado 1" 1/2			
31	Retirar rejillas magnéticas de transmisión y tomar fotografías	no		Cámara digital			
32	Tomar fotografías a tapones magnéticos de mandos finales y diferencial.	no		Cámara digital			
33	Tomar fotografías a tapones magnéticos de masas.	no		Cámara digital			
34	Tomar muestra de aceite de dirección	no	2	Kit de APD			
35	Cambiar filtro de aceite dirección (interior de estanque)	4T-3134	1				
		5H-6733	1				
		7D-1195	1				
36	Cambiar filtro de aceite dirección (costado exterior de estanque)	4T-6915	1				
37	Tomar muestra de aceite hidráulico	no	2	Kit de APD			
38	Cambiar respiradero de estanque hidráulico	8X-4575	1				
39	Tomar fotografías a tapones magnéticos de mandos finales y diferencial.	no		Cámara digital			
40	Tomar fotografías a tapones magnéticos de masas.	no		Cámara digital			
41	Tomar muestra de combustible	no	1	Kit de APD			

**Dialisis sujetas a códigos ISO ( ejemplo ISO 28/24 dializar : ISO 18/15 NO Dializar cumple requerimiento Cat )**

42	Instalar y poner en marcha equipo de diálisis. Mandos y Diferencial. Indicar Código ISO / / .	no					
43	Retirar equipo de diálisis (cambiar sello de tapon de diferencial)	6F-4868	1				
44	Cambiar elemento filtro de aceite de diferencial (lavar tazón y cambiar sello)	4T-3131	1				
		9U-6983	4	Pistola 1", dado impacto 1" 1/2. Barrote 3/4", Dado 1" 1/2			
		2S-8439	1				
45	Cambiar respiradero de diferencial	183-3873	1	Llave 5/8			
46	Tomar muestra de aceite en mandos y diferencial (post-diálisis). Indicar Código ISO / / .	no	1 c/u	Kit de APD			
47	Instalar y poner en marcha equipo de diálisis. Transmisión. Indicar Código ISO / / .	no					
48	Tomar muestra de aceite de transmisión (post-diálisis). Indicar Código ISO / / .	no	1 c/u	Kit de APD			
49	Instalar y poner en marcha equipo de diálisis. Hidráulico-Implemento. Indicar Código ISO / / .	no					
50	Tomar muestra de aceite hidráulico-Implemento (post-diálisis) Indicar Código ISO / / .	no	1 c/u	Kit de APD			
51	Instalar y poner en marcha equipo de diálisis. Dirección. Indicar Código ISO / / .	no					
52	Tomar muestra de aceite de dirección (post-diálisis). Indicar Código ISO / / .	no	1 c/u	Kit de APD			

NOMBRE/FIRMA PRT DE PM

NOMBRE/FIRMA SUP. TURNO

NOMBRE/FIRMA JEFE OPERACIÓN



Planificación Finning -

**PAUTA DE MANTENCIÓN CAT 793B  
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO  
PERSONAL TÉCNICO DE TERMIKA**

ADVERTENCIAS  
DE SEGURIDAD

- 45 1.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO  
2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS  
3.- DESENERGIZAR Y BLOQUEAR EL EQUIPO ( LOTOTO )  
4.- USE RECIPIENTES PARA LOS FLUIDOS

**TRABAJO CON EQUIPO DESENERGIZADO  
(CON PRT)**

EQUIPO | HOROMETRO

**88**

HORA INICIO

\*\*EJECUTANTE(S)

HORA TERMINO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS EJECUTADO CON NOMBRE DEL TÉCNICO

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS REALIZADO POR CADA TÉCNICO, EN CASO DE TRASPASAR PAUTA DE UN TÉCNICO A OTRO

## SECUENCIA DE ACTIVIDADES (SECTOR PERIFERICO)

N°	Descripción de la Actividad	Repuestos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Técnico
					SI	NO	
1	Confeccion de AST	NO		NO			
2	Bloqueo equipo y aplicar lototo	NO		CANDADO BLOQUEO			
3	Coordinacion de trabajos con PRT	NO					
4	Chequeo de funcionamiento del sistema A / C ( blower , interruptor)	NO	1 C/U	Llaves 3/4 y 9/16 limpia contacto 15W40			
5	Check compresor , poleas , correas A / C	NO	1 C/U				
6	verificar Sellado de cabina	6V-1392	1	kit de 15mt - tijeras			
7	Prueba de humo	4C-5623	1	Kit de 10 bba			
8	Limpieza y soplado de cabina	NO		Silicona, limpia vidrios y desodorante ambiental			
9	Cambio de filtros interior cabina	121-2761	1	FILTRO			
10	Cambio de filtros exterior cabina	7G-8116	3	FILTRO			
11	Chequear pernos de revestimiento interno de las puertas de la cabina						
12	Revisar estado de los asientos (ambos)	8Y-6907 174-6569	1	(conductor) llave 5/8 + llave N°18 (copiloto)			
13	Revisar estado de piso de cabina						

## OBSERVACIONES

Ítem	DETALLES	SOLUCIÓN	EJECUTADO	
			SI	NO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

NOMBRE/FIRMA PRT DE PM

NOMBRE/FIRMA SUP. TURNO

NOMBRE/FIRMA JEFE OPERACIÓN



**PAUTA DE LUBRICACIÓN CAT 793B PM 250  
TRABAJOS ESPECÍFICOS EN TALLER**

<b>ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD</b>	45 1.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO 2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS 3.- DESENERGIZAR Y BLOQUEAR EL EQUIPO ( LOTOTO ) 4.- USE RECIPIENTES PARA LOS FLUIDOS	<b>TRABAJO CON EQUIPO DESENERGIZADO (CON PRT)</b>
----------------------------------	--	---

EQUIPO   HOROMETRO	<b>88</b>		HORA INICIO	
**EJECUTANTE(S)			HORA TERMINO	

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS EJECUTADO CON NOMBRE DEL TECNICO  
\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS REALIZADO POR CADA TÉCNICO, EN CASO DE TRASPASAR PAUTA DE UN TECNICO A OTRO

SECUENCIA DE ACTIVIDADES							
N°	Descripción de la Actividad	Repuestos Necesarios	Cant.	Herramientas Necesarias	Requiere Reparación		Código Tecnico
					SI	NO	
1	Confeccion de AST	NO		NO			
2	Bloqueo equipo y aplicar lototo	NO		CANDADO BLOQUEO			
3	Coordinacion de trabajos con PRT	NO					
4	Chequear condición de inyectores de grasa (sector trasero y laterales)	no					
5	Lubricar con grasa mando ventilador 793 B , 793 C lubricar polea tensora (2 puntos)	no		Grasa CIPRINA disponible en pañol			
6	Lubricar con grasa cardan principal	no		Grasa POLIMOL disponible en Bim de taller			
7	Chequear nivel y llenar depósito de grasa	no		Grasa POLIMOL disponible en Bim de taller			
8	Chequear sistema engrase escalera hidraulica	no					

OBSERVACIONES				
Ítem	DETALLES	SOLUCIÓN	EJECUTADO	
			SI	NO
1				
2				
3				
4				
5				
6				

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA PRT DE PM

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA SUP. TURNO

\_\_\_\_\_  
NOMBRE/FIRMA JEFE OPERACIÓN



**PAUTA MANTENCIÓN CAT 793 B  
INSPECCIÓN NIVELES Y TAPONES  
LÍDER - 3 TÉCNICO (TEAM DE ENTREGA)**

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD	45 1.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO	5.- RETIRAR CABLE DE SEGURIDAD DE LA TOLVA
	2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS	6.- RETIRA EQUIPO DE TRUCK-SHOP CON SEÑALEROS
	3.- ENERGIZAR Y RETIRAR CANDADO ( LOTOTO )	7.- REVISAR Y ENTREGAR PAUTA A SUPERVISOR DE TURNO
	4.- RETIRE RECIPIENTES PARA LOS FLUIDOS	8.- ENTREGAR EQUIPO A OPERACIONES

EQUIPO/ HOROMETRO	<b>88</b>		NOMBRE Y FIRMA LIDER DE PM	
HORA TÉRMINO			NOMBRE Y FIRMA TÉCNICO 1	
FECHA TERMINO			NOMBRE Y FIRMA TÉCNICO 2	

\*\* NOTA: REGISTRAR E IDENTIFICAR PUNTOS EJECUTADO CON NOMBRE DEL TECNICO

**REVISIÓN DE TAPONES Y TAPAS**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	ESTADO		Código Técnico
			BUENO	CORREGIR	
8	Tapón drenaje aceite carter motor delantero	Barrote 3/4" y dado 7/8"			
9	Tapón drenaje aceite carter motor trasero	Barrote 3/4"			
10	Tapón drenaje convertidor de torque	Barrote 3/8"			
11	Tapa convertidor de torque	Apriete manual			
12	Tapa depósito hidráulico	Apriete manual			
13	Tapa depósito aceite de dirección	Apriete manual			
14	Mirilla de diferencial	Chicharra 1/2" y dado 16 mm.			
15	Tapones drenaje de la transmisión (x2)	Barrote 3/4" y dado 1"1/2			
16	Tapón drenaje de diferencial	Barrote 3/4"			
17	Tapón de nivel y drenaje mando final derecho	Barrote 3/4" y dado 1"1/2			
18	Tapón de nivel y drenaje mando final izquierdo	Barrote 3/4" y dado 1"1/2			
19	Tapón de nivel y drenaje masa derecha	Barrote 3/4" y dado 1"1/2			
20	Tapón de nivel y drenaje masa izquierda	Barrote 3/4" y dado 1"1/2			
21	Tapón drenaje filtro carga de convertidor	Llave punta corona 9/16"			
22	Tapón drenaje filtro desaplicación frenos	Llave punta corona 11/16"			
23	Tapón drenaje filtro transmisión	Llave punta corona 1"1/4			
24	Tapón drenaje filtro salida convertidor	Llave punta corona 11/16"			
25	Tapón drenaje filtros refrigeración de frenos	Llave punta corona 9/16"			
26	Tapón drenaje filtro de diferencial	Llave punta corona 11/16"			

COMENTARIOS FINALES: \_\_\_\_\_



**PAUTA MANTENCIÓN CAT 793**  
**CHEQUEO EN RUTA POST-PM Y CAMBIO COMPONENTES**  
**LÍDER - TÉCNICO 1 - TÉCNICO 2 (TEAM DE ENTREGA)**

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD	45 1.- IDENTIFIQUE RIESGOS QUE INCIDAN EN SU TRABAJO	6.- RETIRAR CABLE DE SEGURIDAD DE LA TOLVA
	2.- ACUÑAR AMBAS POSICIONES TRASERAS	7.- RETIRA EQUIPO DE TRUCK-SHOP CON SEÑALEROS
	3.- ENERGIZAR Y RETIRAR CANDADO ( LOTOTO )	8.- REVISAR Y ENTREGAR PAUTA A SUPERVISOR DE TURNO
	4.- SOLICITAR AUTORIZACIÓN PARA PRUEBA EN RUTA	9.- COLOCAR CONOS EN ACCESO A ZONA DE PRUEBAS
	5.- ESCOLTA DEBE REVISAR ZONA DE PRUEBAS	

EQUIPO/HOROMETRO	<b>88</b>		NOMBRE Y FIRMA LIDER DE PM	
HORA TÉRMINO			NOMBRE Y FIRMA TÉCNICO 1	
FECHA TÉRMINO			NOMBRE Y FIRMA TÉCNICO 2	

**INSPECCIÓN DE NIVELES EN ESTACIONAMIENTO**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CONDICIÓN	TIEMPO	ESTADO		EJECUTADO	
				BUENO	CORREGIR	SI	NO
1	Dar arranque y llevar a temperatura de funcionamiento ( revisar la T° a los otros sistemas)ademas comparar datos Stall y presiones de la PrePM		25 min (Gral.)				
2	Verificar presión de desactivación del sistema de aire en vims (especificado 120 ± 5 psi),escuchar despiche valvula de descarga en secador de aire.	Con chapa ON (codigo 452)					
3	Verificar presión de activación del sistema de aire en vims (especificado 95 psi)	Con chapa ON (codigo 452)					
4	Nivel de aceite dirección	Motor detenido y corriendo					
5	Nivel refrigerante de motor	Motor detenido					
6	Nivel aceite diferencial	Motor detenido					
7	Nivel aceite de motor	Motor en funcionamiento					
8	Nivel aceite de transmisión	Motor en funcionamiento					
9	Nivel aceite hidraulico	Motor en funcionamiento					
10	Nivel de combustible > 10%	Motor en funcionamiento					
11	Chequeo aseo cabina( vidrio,asiento,piso,paneles,etc)	Debe estar Limpio					

**Pruebas en el equipo en el Estacionamiento**

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	TIEMPO	ESTADO		EJECUTADO	
				BUENO	CORREGIR	SI	NO
1	Verificar estado de asiento( cinturones de seguridad, sist.de amortiguación,respaldar.corredera,etc)		15 min (General)				
2	Verificar posibles fugas de aceite en general						
3	Verificar posibles fugas de refrigerantes						
4	Verificar estado de bocinas						
5	Verificar estado de luces de cabina( centro mensaje,panel, luz interior,puerta, focos exteriores intermitente etc )						

**Pruebas en Ruta ( Detrás de taller )**

6	Trasladar equipo a zona de pruebas ( avisar a control )		30 min				
7	En trayecto hacerlo en primera velocidad adelante alta vacío						
8	Aplicar freno de retardo en un 25% solamente						
9	Verificar estado de temperaturas de Refrigerante y frenos durante la prueba						
10	Detener equipo, verificar posibles fugas de aceite , refrigerante o de aire en general						
11	Realizar nuevamente prueba en ruta ( seguir item 7 al 10 )						
12	Realizar prueba de eficiencia de frenos, según tabla adjunta						
13	Detener equipo, verificar posibles fugas de aceite , refrigerante o de aire en general						
14	Revisar alarmas activas que se presenten y corregir inmediatamente						

Prueba de capacidad de retención del freno <sup>(1)</sup>			
Freno conectado	Velocidad del motor (rpm)	Freno conectado	Velocidad del motor (rpm)
Freno de servicio		Freno de estacionamiento	
Retardador manual		Freno secundario	

<sup>(1)</sup> La velocidad del motor debe alcanzar un mínimo de 1200 rpm antes de que haga cualquier movimiento de la máquina.

COMENTARIOS FINALES:

---



---



---

_____ NOMBRE Y FIRMA TECNICO DE ENTREGA	_____ NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR DE TURNO	_____ NOMBRE Y FIRMA JEFE DE OPERACIONES
---	--	--

Anexo n° 3: Producción Chilena de Cobre por empresa minera presente en el país en miles de toneladas anuales. Dato extraído de la Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO.

Producción Chilena de Cobre de Mina/ Chilean Copper Mine Production	Unidad	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Chuquicamata (1)	Miles TM	691,8	676,1	634,0	615,0	469,9	574,0	528,4	443,4	355,9
Radomiro Tomic (2)	Miles TM	291,0	288,8	306,6	281,3	285,4	300,7	375,3	470,1	427,8
Salvador	Miles TM	74,9	77,5	80,6	63,9	42,7	65,5	76,2	69,0	62,7
Andina	Miles TM	239,9	248,2	236,4	218,4	219,5	209,7	188,5	234,4	249,9
El Teniente	Miles TM	435,6	437,4	418,3	404,7	381,2	404,1	403,6	400,3	417,2
Gaby	Miles TM	-	-	-	-	67,7	148,0	117,1	118,0	133,0
Total Codelco	Miles TM	1.733,2	1.728,0	1.675,9	1.583,3	1.466,4	1.702,0	1.689,1	1.735,2	1.646,5
Escondida	Miles TM	1.195,1	1.271,5	1.255,6	1.483,9	1.254,0	1.103,7	1.086,7	817,7	1.075,9
Collahuasi	Miles TM	481,0	427,0	440,0	452,0	464,4	535,9	504,0	453,3	282,1
Los Pelambres	Miles TM	362,6	333,8	335,2	300,1	351,2	322,6	398,0	426,1	417,7
Anglo American Sur (3)	Miles TM	300,6	293,7	294,8	302,1	283,5	276,9	257,7	264,0	416,6
El Abra	Miles TM	218,0	210,6	218,6	166,0	165,8	164,1	145,2	123,4	153,7
Candelaria	Miles TM	200,0	162,7	169,6	181,0	173,5	134,2	136,4	148,4	122,8
Anglo American Norte (4)	Miles TM	155,0	149,7	152,1	151,6	148,9	151,6	139,6	130,9	115,0
Zaldívar	Miles TM	147,6	123,3	146,3	142,9	133,5	137,0	144,4	132,3	131,1
Cerro Colorado	Miles TM	119,5	90,4	115,5	98,7	104,2	93,7	89,0	94,3	73,1
El Tesoro	Miles TM	97,8	98,1	94,0	93,0	90,8	90,2	95,3	97,1	105,0
Quebrada Blanca	Miles TM	76,3	81,0	82,4	82,9	85,4	87,4	86,2	63,4	62,4
Lomas Bayas	Miles TM	62,0	63,2	64,3	61,5	59,2	73,1	71,8	73,6	73,3
Michilla	Miles TM	50,0	46,4	47,3	45,1	47,7	40,6	41,2	41,6	37,7
Spence	Miles TM	-	-	4,3	128,1	164,8	162,3	178,1	181,0	166,7
Esperanza	Miles TM	-	-	-	-	-	-	-	96,6	173,2
Otros	Miles TM	213,8	241,1	264,9	284,8	334,3	319,1	356,2	383,9	381,1
Total Chile	Miles TM	5.412,5	5.320,5	5.360,8	5.557,0	5.327,6	5.394,4	5.418,9	5.262,8	5.433,9

Anexo 4: Imagen Archivo Excel que posee la información de todas las detenciones, motivo de la detención, fecha, tiempo de detención y si se trató de una mantención programada o de emergencia.

Eq	Date	Dur.	Event Mant	CA	Timecat 1	Desc.	Sta	Status Code	Dispatch Code	Dispatch Name	Dispatch Comments
C01	03/01/2013	0,534722222	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE TRANS BAJO
C01	23/01/2013	0,000555556	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIRECCION
C01	01/02/2013	0,894444444	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	FUGA DE ACEITE
C01	06/02/2013	0,401944444	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIRECCION
C01	06/02/2013	0,619722222	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE
C01	10/02/2013	2,884444444	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIRECCION
C01	11/02/2013	6,028611111	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIRECCION
C01	14/02/2013	6,219166667	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	FUGA ACEITE
C01	14/02/2013	4,526944444	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	FUGA ACEITE
C01	03/03/2013	2,609444444	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	F DE ACEITE
C01	29/03/2013	0,466944444	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE MOTOR
C01	12/04/2013	0,761666667	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE HIDRAULICO
C01	13/04/2013	0,017222222	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE TRANSMISION
C01	13/04/2013	0,745555556	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE TRANSMISION
C01	24/04/2013	7,804166667	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	FUGA ACEITE
C01	25/04/2013	5,169444444	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	FUGA ACEITE
C01	27/04/2013	0,712222222	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIFERENCIAL
C01	28/04/2013	2,384722222	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE DIFERENCIAL
C01	30/04/2013	0,418888889	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE HIDRAULICO Y DIRECCION
C01	10/05/2013	0,377222222	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	REGULACION ESPEJO Y FUGA ACEI
C01	16/05/2013	0,002777778	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE MOTOR
C01	16/05/2013	1,155	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE MOTOR
C01	16/05/2013	0,801388889	0	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	ACEITE MOTOR
C01	21/05/2013	0,611666667	1	5	Down Time	Detencion No Programada	1	Down	2	REP MEC NO PROGRAMADA	RELL ACEITE MOTOR