

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**PROPUESTAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA AESA
INFRAESTRUCTURA Y MINERÍA**

Autor: D. Bladimir Sandoval Serva

Director: Dr. D. Vicente Macián Martínez

Valencia, Setiembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la oportunidad que estoy viviendo.

A PRONABEC-PERÚ por brindarme la oportunidad de poder cursar este Máster, sin ellos no hubiese sido posible todo esto.

Al director del Máster Dr. Vicente Macián Martínez por todas sus enseñanzas, su gran apoyo incondicional y su perseverancia por hacer de sus alumnos los mejores profesionales del mantenimiento.

A los profesores del Máster por brindarme un poco de su tiempo en orientaciones y recomendaciones.

A mis compañeros del Máster quienes me brindan su apoyo e hicieron muy ameno la realización del Máster.

Bladimir SANDOVAL SERVA

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Fin de Máster a mis padres Hugo Sandoval Porta y Elva Serva Vilchez, a mi esposa e hijo Juana Brañez Cuadros y Sebastián Santiago Sandoval Brañez.

A todas las personas que creyeron en mí y me brindaron su apoyo para lograr la realización de este Máster.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. OBJETIVOS	13
1.2. DESARROLLO DEL INFORME	14
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	16
2.1. ANTECEDENTES	17
2.2. LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONADO	18
2.3. ORGANIGRAMA GENERAL DE AESA S.A. INFRAESTRUCTURA Y MINERÍA	20
2.4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	21
2.4.1. Gestión Integral de Operaciones Mineras	21
2.4.2. Exploración y desarrollo	21
2.4.3. Tunelería y trabajos subterráneos:	21
3. SISTEMA DE MANTENIMIENTO	23
3.1. ANTECEDENTES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	24
3.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO - ESTRATEGIAS UTILIZADAS	25
3.2.1. Correctivo. Proceso. Histórico de fallos. OT correctivo	25
3.2.2. Preventivo. Proceso. Plan de revisiones. OT preventivo	27
3.2.3. Predictivo. Proceso. Plan de inspección. Ficha de inspección.	29
3.3. RECURSOS TÉCNICOS	30
3.3.1. Talleres	30
3.3.2. Almacenes	33
3.3.3. Oficinas de control	34
3.3.4. Equipos de reparación	34
3.3.5. Instrumentación de monitorizado	35
3.4. RECURSOS HUMANOS	36
3.4.1. Personal	36
3.4.2. Formación	39
3.5. INDICADORES. CERTIFICACIONES	39
3.6. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN: IMPRESOS, GMAO	40
3.7. INVENTARIO DISPONIBLE	43

3.7.1.	Inventario de Equipos AESA	43
3.7.2.	Equipos utilizados en la unidad minera Ticlio	44
4.	ANÁLISIS DAFO	45
4.1.	INTRODUCCIÓN	46
4.2.	CONCLUSIÓN ANÁLISIS DAFO	47
5.	PROPUESTAS DE MEJORA A CORTO PLAZO	48
5.1.	MEJORAR LA GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE CONTROL DE LA INFORMACIÓN PARA REALIZAR UN BUEN PLAN DE MANTENIMIENTO	49
5.1.1.	Antecedentes	49
5.1.2.	Propuesta	50
5.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE CONTROL DE MANTENIMIENTO	51
5.2.1.	Antecedentes	51
5.2.2.	Propuesta	51
5.3.	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTES DE MANTENIMIENTO	52
5.3.1.	Antecedentes	52
5.3.2.	Propuesta	52
•	CÁLCULO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO	54
6.	PROPUESTAS DE MEJORA A MEDIO PLAZO	56
6.1.	ACTUALIZACIÓN E INCREMENTO DE DOCUMENTOS DE CONTROL DE LA INFORMACIÓN	57
6.1.1.	Antecedentes	57
6.1.2.	Propuesta	57
6.2.	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO	60
6.2.1.	Antecedentes	60
6.2.2.	Propuesta	60
6.3.	ESTUDIO DE LAS OPERACIONES CORRECTIVAS MÁS REPRESENTATIVAS PARA HACER EL DIAGNOSTICO DE FALLAS EN LOS EQUIPOS	64
6.3.1.	Antecedentes	64
6.3.2.	Propuesta	64
6.4.	ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y CALIDAD DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	66
6.4.1.	Antecedentes	66
6.4.2.	Propuesta	67
7.	PROPUESTAS DE MEJORA A LARGO PLAZO	69
7.1.	MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	70

7.1.1.	Antecedentes	70
7.1.2.	Propuesta	70
7.2.	IMPLEMENTACIÓN DE MANUAL DE NORMAS Y POLÍTICAS DE TRABAJO EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	72
7.2.1.	Antecedentes	72
7.2.2.	Propuesta	72
	PROCEDIMIENTO	74
7.3.	MEJORAS EN EL USO DEL GESTOR DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR “SAP”	78
7.3.1.	Antecedentes	78
7.3.2.	Propuesta	79
7.4.	IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	80
7.4.1.	Antecedentes	80
7.4.2.	Propuesta	80
8.	CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	90
8.1.	CONCLUSIONES	91
8.2.	DESARROLLOS FUTUROS	92
8.2.1.	Diagnóstico mediante el análisis de ruido	92
	BIBLIOGRAFÍA	99

Lista de Figuras

Figura 2-1 Desarrollo de la organización empresarial.	17
Figura 2-2 Localización geográfica de oficinas AESA S.A. Sede Lima.	18
Figura 2-2 Clientes y unidades mineras en la que AESA S.A.	19
Figura 2-4 Organigrama general de AESA S.A.	20
Figura 2-3 Ciclo de operación de una unidad minera subterránea.	22
Figura 3-1 Formato de reporte diario en AESA.	27
Figura 3-2 Registro de eventos por equipos.	30
Figura 3-3 Vista de planta de la unidad minera Ticlio.	31
Figura 3-4 Organigrama del área de mantenimiento de AESA S.A.	36
Figura 3-5 Organigrama del área de mantenimiento de la unidad minera Ticlio.	38
Figura 3-6 Indicadores de mantenimiento en AESA.	40
Figura 3-7 Ventana del SAP para crear OT's.	41
Figura 3-8 Ventana del SAP para la creación de pedidos.	42
Figura 3-9 Total de equipos AESA.	43
Figura 3-10 Porcentaje de equipos en Ticlio por familia	44
Figura 5-1 Porcentaje de equipos en Ticlio por familia.	55
Figura 6-1 Formato Orden de Trabajo.	57
Figura 6-2 Formato tareo mecánico	58
Figura 6-3 Formato de control de consumo de lubricante.	58
Figura 6-4 Formato de parte diario del operador.	59
Figura 6-5 Taller de mantenimiento unidad minera Ticlio.	60
Figura 6-6 Esquema del proceso de ejecución para el mantenimiento correctivo.	64
Figura 7-1 Propuesta del proceso de ejecución para el mantenimiento.	71
Figura 7-2 Partes de la mancha de aceite.	83
Figura 7-3 Medición cualitativa de la viscosidad por el método rampa.	84
Figura 7-4 Lubrisensor para medir la conductividad eléctrica del aceite.	85
Figura 7-5 Equipo de perforación de túnel Jumbo TROIDON 55XP marca RESEMIN.	86
Figura 7-6 Características técnicas del Jumbo TROIDON 55 XP marca RESEMIN.	86
Figura 7-7 Neumático de un cargador frontal de bajo perfil (scooptram).	88
Figura 7-8 Elementos de corte de una cuchara de un cargador de bajo perfil.	88
Figura 7-9 Perforadora del Jumbo.	89

Figura 7-10 Driver de perforadora del Jumbo.	89
Figura 8-1 Espectrograma del ruido de un disco de freno.	92
Figura 8-2 Jumbo perforador de bajo perfil.	93
Figura 8-3 Funciones de la perforadora de un Jumbo perforador de bajo perfil.	95
Figura 8-4 Componentes internos dañados de perforadora.	96
Figura 8-5 Componentes internos de perforadora.	97

Lista de Tablas

Tabla 3-1 Tiempo fuera de las actividades de mantenimiento.	24
Tabla 3-2 Inventario de equipos AESA.	44
Tabla 4.1 Análisis de Amenazas Fortalezas y Oportunidades.	47
Tabla 5-1 Costes mano de obra para el mantenimiento preventivo.	53
Tabla 5-2 Repuestos para el mantenimiento preventivo.	53
Tabla 5-3 Plan de mantenimiento preventivo.	54
Tabla 5-4 Relación de gama para el mantenimiento preventivo.	55
Tabla 5-5 Costos anual y acumulado para una proyección de 5 años.	55

RESUMEN

La actividad minera que se desarrolla en Perú, en especial en las operaciones en mina subterránea, utiliza equipos de gran versatilidad que extraen miles de metros cúbicos de material, para finalmente, luego de un complejo proceso industrial, producir concentrados o metales refinados. De la mano del desarrollo tecnológico, esta maquinaria progresivamente va incorporando lo último del avance en sensores y generadores de información con el fin de alcanzar autonomía e interacción entre equipos, lo que redundará en una mayor productividad, más seguridad y menor impacto en el medio ambiente.

El presente Trabajo Final de Máster tiene como propósito ser parte de este desarrollo tecnológico, para ello requiere un cambio sustancial en su gestión de mantenimiento, por tanto, se analizará la situación actual del sistema de mantenimiento de la empresa Administración de Empresas S.A. (AES) – PERÚ. Durante este análisis se identificarán los problemas más críticos que afectan en las labores de mantenimiento de los equipos de maquinaria pesada de bajo perfil pertenecientes a la empresa dedicados a la minería subterránea.

Se realizarán propuestas de mejoras para implementar un plan estratégico de mantenimiento correctivo y preventivo ya existente e implementar el predictivo, considerando costos y disponibilidad de los equipos.

Se tomarán en cuenta la planificación y programación del mantenimiento haciendo uso de un correcto GMAO, siendo este muy importante para el mejor control y seguimiento del recurso humano, elementos físicos y tecnológicos.

Al realizar las propuestas de mejora se espera lograr un incremento en la producción de los equipos reduciendo los costos de mantenimiento. Anhelando ser una mejor carta de presentación de cara a los clientes para una mejor satisfacción en el servicio que se brinda.

Palabras clave: Mantenimiento, predictivo, DAFO

ABSTRACT

The mining activity that takes place in Peru, especially in underground mine operations, uses highly versatile equipment that extracts thousands of cubic meters of material, and finally, after a complex industrial process, produces concentrates or refined metals. Hand in hand with technological development, this machinery is progressively incorporating the latest advance in sensors and information generators in order to achieve autonomy and interaction between equipment, which results in greater productivity, more security and less impact on the environment.

The present Final Master Project aims to be part of this technological development for this requires a substantial change in its maintenance management so it will analyze the current situation of the maintenance system the company Business Administration S.A. (AESAs) - PERU. During this analysis, the most critical problems affecting the maintenance work of low-level heavy machinery equipment belonging to the company dedicated to underground mining will be identified.

Improvements proposals will be made to implement a strategic plan of corrective and preventive maintenance already existing and implement the predictive, considering costs and equipment availability.

The planning and programming of the maintenance will be taken into account making use of a correct CMMS, being this very important for the better control and monitoring of the human resource, physical and technological elements.

When making the improvement proposals, it is expected to achieve an increase in the production of the equipment, reducing the maintenance costs. Longing to be a better letter of presentation to the clients for a better satisfaction in the service that is offered.

Keywords: Maintenance, predictive, DAFO

CAPITULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

La minería es una actividad extractiva de gran importancia para el desarrollo económico del Perú. Por su producción y potencial, la minería peruana ocupa lugares importantes en Latinoamérica y en el mundo; asimismo, a lo largo de su historia ha contribuido con el crecimiento del país al ser fuente importante de ingresos fiscales.

La empresa Administración de Empresas S.A. (AES A S.A. Infraestructura y minería) es de los operadores integrales más jóvenes del Perú, pero con gran experiencia y reconocida trayectoria en minería subterránea.

Dentro de la organización AESA, el área de mantenimiento está presente como unidad de soporte operativo de la Residencia de cada unidad Minera, a través de la Jefatura de Mantenimiento de la unidad Minera. Por ello cuenta con un gran número de maquinaria pesada de bajo perfil, esta maquinaria progresivamente va incorporando lo último del avance en sensores y generadores de información con el fin de alcanzar autonomía e interacción entre equipos, lo que logra una mayor productividad, más seguridad, y menor impacto en el medio ambiente.

El objeto del presente trabajo es realizar la revisión del sistema de mantenimiento actual de la empresa Administración de Empresas S.A. (AES A S.A. Infraestructura y minería) en su participación como proyecto en la unidad minera Ticlio, buscando analizar los tipos de mantenimiento que utilizan dentro de su gestión de mantenimiento.

Al cierre de esta revisión lograremos entender el estado actual de la gestión de mantenimiento de AESA en la unidad minera Ticlio.

Siendo este el inicio para una futura implementación de recursos, técnicas, nuevas metodologías de mantenimiento a las actividades que se realiza en esta unidad minera.

El objetivo es ser un modelo de mejora para las unidades mineras en las que se encuentra presente la empresa.

Además, dar los alcances básicos para la implementación de técnicas predictivas en los equipos de maquinaria pesada de bajo perfil, tales como análisis de vibraciones, Diagnóstico mediante el análisis del ruido, análisis de corrientes, ensayos no destructivos, etc.

1.2. DESARROLLO DEL INFORME

En el presente trabajo se van a revisar los procesos y planes de mantenimiento actual de AESA S.A. Infraestructura y minería.

Para su desarrollo se han realizado consultas al personal que labora actualmente en la empresa como son:

- Gestión de mantenimiento en oficina central (oficinas de Lima).
- Gestión de mantenimiento en unidad minera Ticlio.

Se solicitará documentos que pueda servirnos como referencia para visualizar la situación actual de departamento de mantenimiento.

Para el desarrollo del informe se requerirá de documentos como:

- Organigrama de la empresa, esquema gerencial
- Organigrama del departamento de mantenimiento (central)
- Organigrama del departamento de mantenimiento (unidad minera)
- Rubro a la que se dedica la empresa.
- Modelo de la gestión de mantenimiento en las unidades mineras.
- Software de gestión del mantenimiento asistido por computador.
- Formato de Ordenes de trabajo.
- Formato de fichas de inspección.
- Formato de control de lubricantes.
- Formato de control de neumáticos.

- Formato de control de repuestos.
- Historial de equipos.
- Historial de repuestos.
- Ratios de consumo de combustible
- Ratios de consumo de lubricantes
- Stock de repuestos
- Tipos de mantenimiento que se utilizan en la actualidad
- Informes semanales y mensuales
- KPI's de mantenimiento.

Recopilaremos toda información que nos sea brindada para realizar una evaluación a detalle de la gestión de mantenimiento.

Una vez se tenga la situación actual de ésta gestión en la empresa se buscará la implementación de mejoras que ofrezcan el mejor resultado reduciendo tiempo y costo con el fin de contribuir con la atención al programa de avance y extracción, maximizando la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos e instalaciones de los órganos operacionales, optimizando los recursos disponibles con calidad y seguridad y preservando el medio ambiente, ayudando a dar continuidad al desarrollo de la organización.

CAPITULO 2
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. ANTECEDENTES

AESA S.A. Infraestructura y minería es una empresa especializada en brindar servicios de exploración, desarrollo, preparación y explotación de yacimientos mineros, así como en gestionar operaciones mineras.

AESA pertenece al Grupo Brea uno de los principales grupos económicos del Perú, aunque cuenta también con importante presencia a nivel latinoamericano y algunas operaciones de alcance mundial. El grupo posee inversiones diversificadas, abarcando diversos sectores tales como el industrial, financiero, minero y de servicios.

Creada en el año 1995 cuenta con 25 años de experiencia en el mercado minero y más de 700 Km de túneles construidos, desarrollando diversos trabajos en minería convencional y mecanizada.

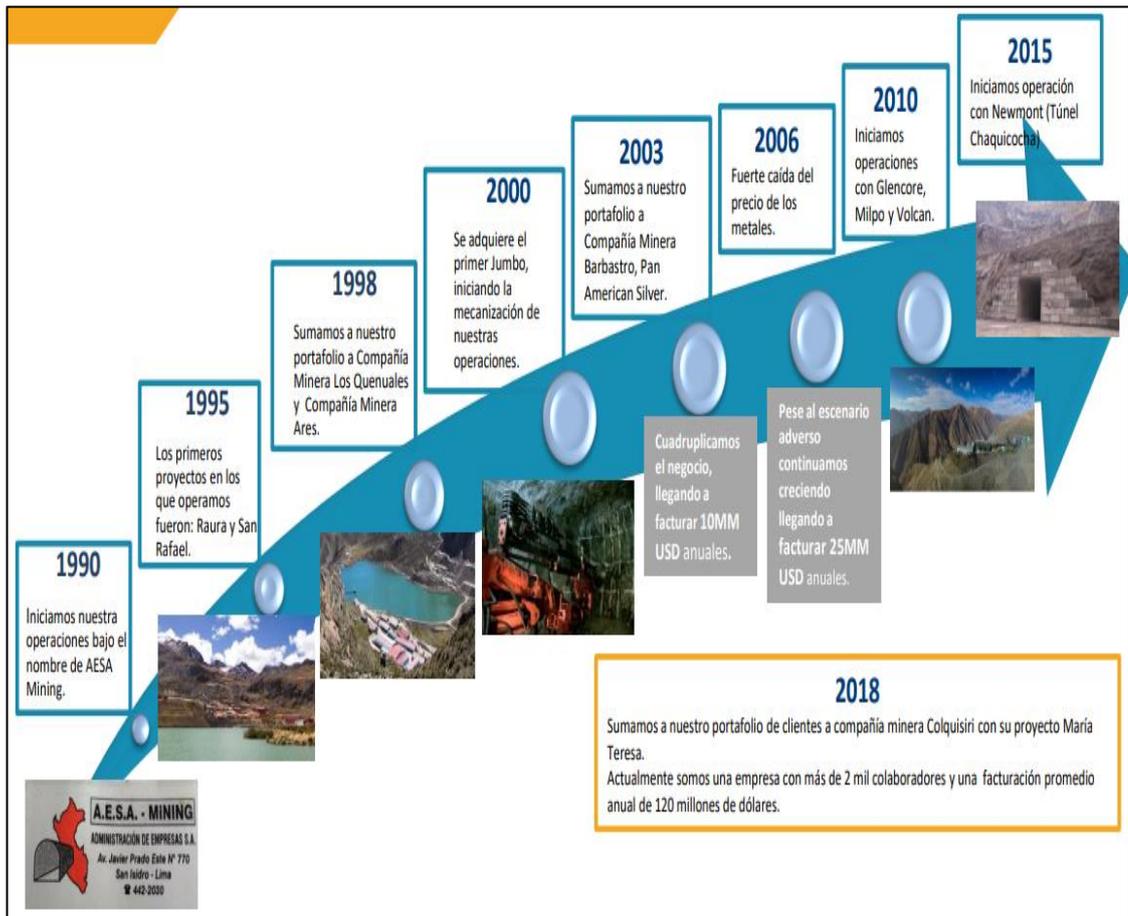


Figura 2-4 Desarrollo de la organización empresarial

2.2. LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONADO

Las oficinas de la empresa AESA Infraestructura y minería se encuentra localizado en la capital del Perú en el centro financiero más grande de la ciudad de Lima.

Se ubica en calle Las Begonias #441 Oficina 402 – San Isidro – Lima – Perú.

Web: <http://www.aesa.com.pe>

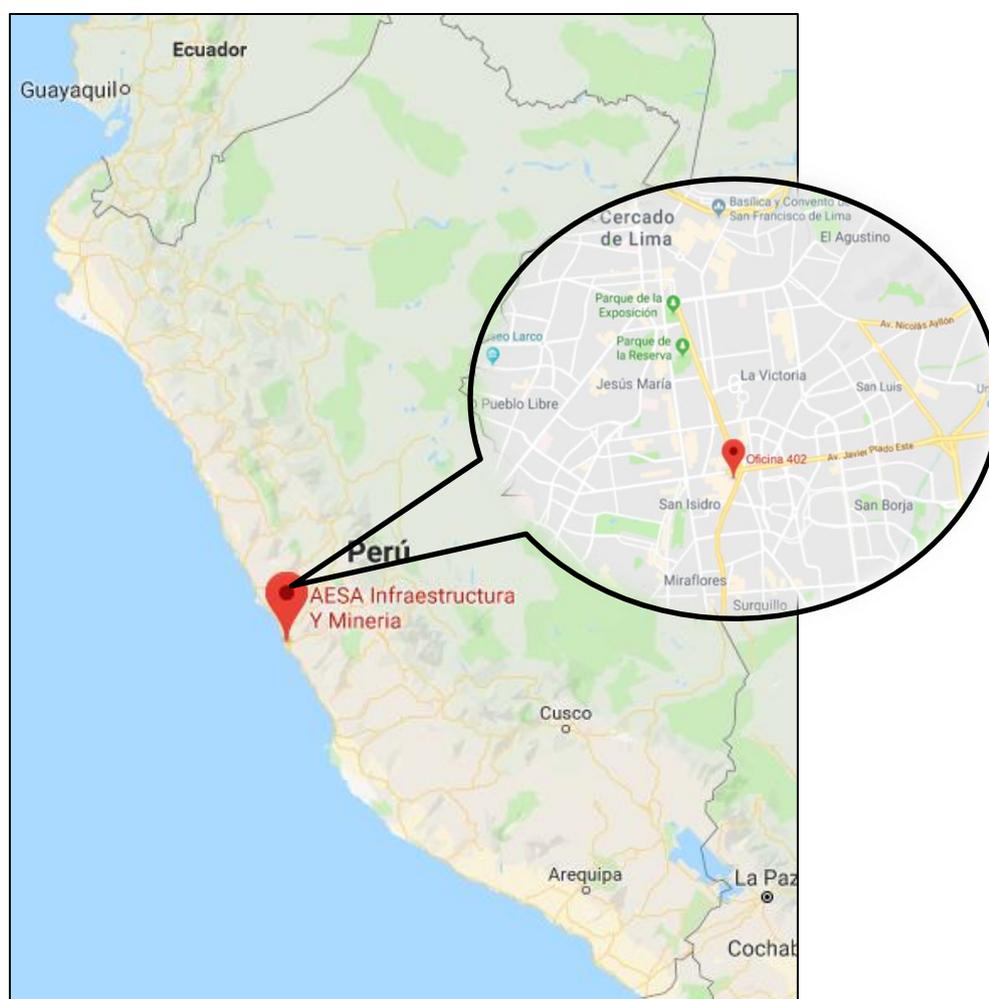


Figura 2-5 Localización geográfica de oficinas AESA S.A. Sede Lima

AESA Infraestructura y minería es una empresa que ha logrado su crecimiento en el Perú por sus grandes operaciones, se especializa en brindar servicios de exploración,

desarrollo, preparación y explotación de yacimientos mineros más importantes del sector, así como también la gestión de proyectos mineros de la actualidad.

De las que podemos mencionar son:



Figura 2-6 Clientes y unidades mineras en la que AESA S.A.

2.3. ORGANIGRAMA GENERAL DE AESA S.A. INFRAESTRUCTURA Y MINERÍA

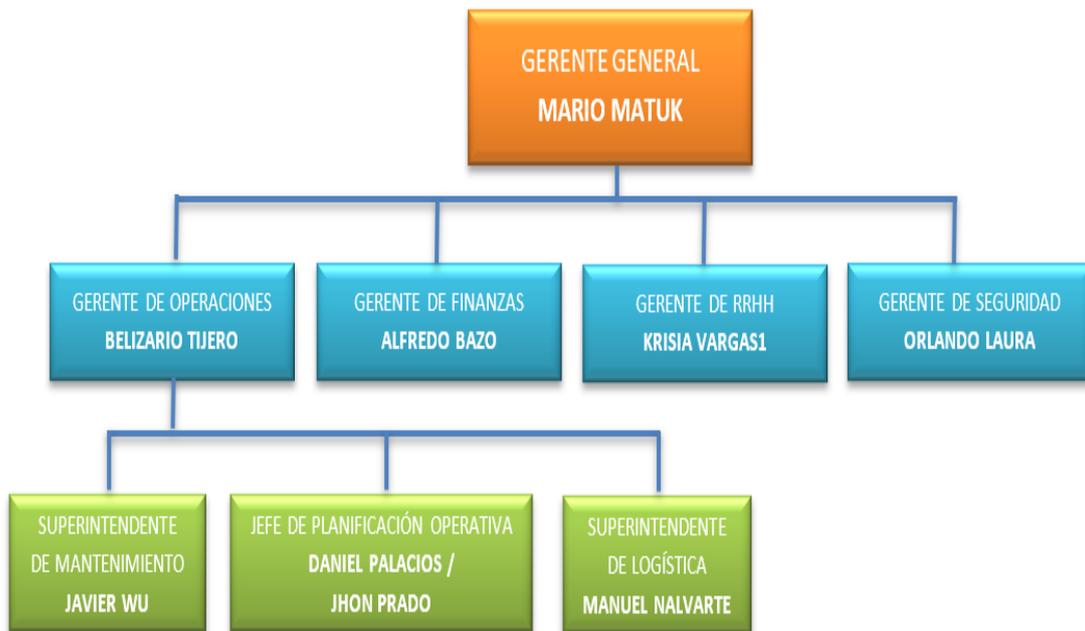


Figura 2-7 Organigrama general de AESA S.A.

El organigrama parte de la gerencia general quien dirige a las gerencias de las distintas áreas de la empresa, a su vez cada área dirige sus departamentos los cuales podemos detallar brevemente:

- Gerente General: Representante legal de la empresa, sus funciones son, organizar, dirigir, controlar, coordinar, analizar, calcular y deducir el trabajo de la empresa.
- Gerente de operaciones: Encargado de dirigir el desarrollo de las actividades en minería, asumiendo responsabilidad de las áreas de producción, logística y mantenimiento.
- Gerente de finanzas: Es responsable de la elaboración, ejecución y coordinación presupuestaria, con el resto de las gerencias de la empresa, además de preparar los estados financieros y entregar soporte a todas las gerencias.
- Gerente RR.HH.: Es responsable de mantener una relación fuerte entre el empleador y sus empleados, además este debe reclutar a los mejores candidatos para ejercer la mano de obra dentro de cualquier empresa u organización, siempre está en contacto directo tanto con la directiva principal de la empresa como con los colaboradores.
- Gerente de Seguridad: Es responsable de desarrollar, liderar y asesorar los programas de la gerencia de seguridad y salud laboral, seguridad física, higiene y ambiente.

2.4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

AESA S.A.C. Minería y Construcción cuenta con los siguientes servicios:

2.4.1. Gestión Integral de Operaciones Mineras

Operaciones de perforación desde la preparación, desarrollo, servicios y la explotación de los túneles para pequeña y gran minería donde se consideran labores horizontales y verticales empleando el sostenimiento activo y pasivo de acuerdo a la Geomecánica del proyecto, cumpliendo los estándares operativos y de seguridad de los trabajos.

2.4.2. Exploración y desarrollo

Exploración y desarrollo de nuevos yacimientos mineros subterráneos, se realiza un estudio sobre el terreno.

En esta fase se aplica las diversas técnicas disponibles para llevar a cabo de forma lo más completo posible el trabajo, dentro de las posibilidades presupuestarias del mismo. Su objeto final debe ser corroborar o descartar la hipótesis inicial de existencia de mineralizaciones del tipo prospectado por el cliente.

2.4.3. Tunelería y trabajos subterráneos:

Desarrolla trabajos especializados de acuerdo al requerimiento del proyecto con equipos de maquinaria pesada de bajo perfil (Jumbo, Scooptram, etc.) y convencionales.

Actividades de los equipos de maquinaria pesada en el interior mina, siguiendo el ciclo de operación minera:

- Perforación y voladura: El ciclo de la operación minera inicia con la perforación sobre roca maciza con un perfil tipo Herradura 3m x 3m, esto con la ayuda del equipo de perforación (Jumbo), posterior a ello se prosigue mediante

protocolo de voladura, la carga de explosivos y posteriormente la ejecución de voladura.

- Ventilación: Luego de la voladura y según protocolo se tiene un período de ventilación del área de explosión para ventilar tratando de minimizar las ppm de los gases y así alcanzar la cantidad de aire necesaria para el acceso de personal sin riesgo a ahogamiento.
- Limpieza y extracción: Mediante el uso de los equipos subterráneos de acarreo como el Scooptram se realiza el retiro del mineral suelto hacia los equipos de traslado a superficie, esto con los volquetes.
- Desatado: El desatado se realiza por precaución para evitar accidentes potenciales, debido a que luego de la voladura siempre se tiene roca suelta. Se puede realizar el desate de roca manual (Persona con barreta) y mecanizado (Equipo desatador – Scaler)
- Sostenimiento: Para concluir con el ciclo se realiza el sostenimiento de la longitud obtenida por los procesos anteriores, mediante el proceso Shot-crete, y empernado de acuerdo al tipo de material que se tiene.



Figura 2-8 Ciclo de operación de una unidad minera subterránea.

CAPITULO 3
SISTEMA DE MANTENIMIENTO

3.1. ANTECEDENTES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

AESA S.A. ha iniciado sus labores siendo una empresa solvente por lo que desde sus primeros pasos inicio con todas las áreas correspondientes a una empresa que puede competir en el rubro de minería.

Por ende, el departamento de mantenimiento es una de las áreas que siempre estarán consideradas para los proyectos mineros, debido a que en su ejecución se tendrá gran cantidad de equipos de maquinaria pesada de bajo perfil. Esto requiere de profesionales del mantenimiento que brinden soporte en la gestión de recursos con el fin de conseguir la mayor disponibilidad de estos equipos.

En la actualidad, el departamento de mantenimiento no tiene designada secciones distintas como para llevar por separado los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos.

Solo se conoce el mantenimiento correctivo y preventivo, dentro de este último se puede decir que se tiene al mantenimiento predictivo.

El sistema de trabajo en AESA es atípico de 14 días laborables y 7 días de descanso, por ello los traslapes del personal gestión y técnico se realiza de la siguiente manera:

El jefe de mantenimiento se traslapa con el asistente de mantenimiento, los 2 planner hacen lo mismo entre ellos y los técnicos se organizan en 3 guardias (A, B, C), la cual realiza una rotación de la siguiente manera;

Mientras el grupo A se encuentra de días libres, el grupo B se encuentra en el turno día y el grupo C se encuentra en el turno noche.

En la unidad minera Ticlio se tiene dos turnos de a 12 Horas diarias, durante los 365 días del año.

En el área de mantenimiento de las 12 horas que se tiene por turno se puede verificar que el personal técnico tiene horas de capacitación y otros (tiempo fuera de actividades de

mantenimiento) debido a los estándares de seguridad que tiene el cliente (Compañía minera Volcán), la cual se puede desglosar de la siguiente manera:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
1	Charla de seguridad	30min
2	Traslado a labor	45min
3	Herramientas de gestión y seguridad	15min
4	Estandarización y preparación de labor	30min
5	Refrigerio	75min
6	Coordinaciones y otros	60min

Tabla 3-1 Tiempo fuera de las actividades de mantenimiento.

Quedando disponible para trabajar aproximadamente 8 horas exclusivamente en las actividades de mantenimiento.

3.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO - ESTRATEGIAS UTILIZADAS

3.2.1. Correctivo. Proceso. Histórico de fallos. OT correctivo

En AESA S.A. unidad minera Ticlio el mantenimiento correctivo es realizado por el personal técnico en las instalaciones de los talleres de mantenimiento.

Se tiene casos excepcionales por las cuales una reparación correctiva se tenga que contratar una empresa tercera, esto por la criticidad del fallo o que la reparación requiera de equipos que el taller no tenga (herramientas físicas, herramientas informáticas, etc).

Para el inicio de cualquier labor se realiza una orden de trabajo, ésta tiene que ser elaborada en el formato que se tiene en la empresa, realizada por el jefe de mantenimiento, el cual tendrá que tener las firmas correspondientes de la jefatura para el inicio de trabajo.

El proceso normal de correctivo de inicia con las anomalías detectadas por el operador del equipo durante las operaciones en interior mina, el operador comunica al personal técnico de mantenimiento las anomalías detectadas. Para efectos de tener una respuesta más rápida y activa se tiene un técnico mecánico en el área de labores el cual es trasladado con una camioneta con la que puede llevar herramientas, aceite en bidones para suministrar en caso de bajos niveles y repuestos pequeños. Por lo que en caso de un fallo este técnico es el responsable de atender y en su medida resolver el fallo para que el equipo continúe con sus operaciones.

Se tienen casos en los que el técnico no cuenta con los recursos necesarios para resolver el fallo, entonces se comunica al jefe de mantenimiento para que gestione con la jefatura de producción la autorización correspondiente para la salida del equipo hacia el taller en superficie, se realiza la evaluación pertinente, se consulta la disponibilidad de repuestos en almacén para a atención correspondiente.

En cuanto al histórico de fallos de los equipos, se tiene un cuaderno de apuntes en los que el personal diariamente a final de turno anota todas las anomalías que se han presentado durante la jornada de trabajo, además que se tiene un formato de reporte diario de equipos, el cual se le hace entrega al jefe de equipo para que reporte en la reunión diaria con el cliente.

Posteriormente se registran en hojas de cálculo (MS Excel), es en estas hojas de cálculo donde se dan la calificación de correctivo y preventivo, y con esto obtener los indicadores de gestión.

En AESA – unidad minera Ticlio no se tiene aplicado la metodología “5S”. Se está tratando de aplicar la metodología del TPM, pues los operadores realizan el mantenimiento autónomo.

planificador mediante el Check list del operador en donde se tiene un apartado para horas de inicio y final del día. El programa tiene que ser validado por el jefe de mantenimiento de AESA y el jefe de mantenimiento de la compañía minera VOLCAN, el mantenimiento se ejecuta a los equipos de acuerdo al plan entregado por el concesionario, donde se siguen los lineamientos que se tienen de acuerdo a la frecuencia de mantenimiento, por lo general en los equipos que se tiene en interior mina donde las condiciones de trabajo son muy duras por la humedad, el mineral suspendido en el aire, las vías de acceso, etc. La frecuencia de mantenimiento es de 125, 250, 500, 1000, 2000 (medido en horas), siendo en cada tipo de intervención se tiene tareas distintas y cada vez más complejas de acuerdo a los planes de mantenimiento, las cuales se entrega en físico al técnico.

El programa de mantenimiento tiene que estar publicado en el panel de información del taller de mantenimiento.

Al equipo que le corresponda un mantenimiento, se coordina con el jefe de producción para que autorice la salida del equipo a superficie.

Para todo tipo de mantenimiento el equipo tiene que pasar por el área de lavado, luego se traslada al taller para la ejecución del mantenimiento, previamente se tiene que reservar los repuestos que serán necesarios para este trabajo esto se tendrá que hacer entrega al técnico quien será el responsable de verificar si se tiene todo lo necesario para realizar el trabajo correctamente.

Una vez culminado con el trabajo el técnico tendrá que realizar pruebas de operación de los equipos para visualizar cualquier anomalía existente, para este acto tiene que estar presente el operador del equipo. En caso de tener anomalías, estas deben ser resueltas para luego el equipo ingrese a operaciones.

3.2.3. Predictivo. Proceso. Plan de inspección. Ficha de inspección.

El mantenimiento predictivo aún se encuentra en desarrollo en la unidad minera Ticlio. Podemos mencionar como técnicas del mantenimiento predictivo las siguientes:

- Inspecciones realizadas por los operadores antes del inicio de cada turno.
- Inspección diaria que realiza el técnico mecánico que se encuentra en interior mina.
- Control semanal de inspección a los neumáticos, realizando medición de remanente e inspeccionando posibles cortes en la banda de rodadura y los flancos.
- Megado de cables de los Jumbos, más enfocado a la seguridad para operarios en interior mina.
- Medición de velocidad de giro de la perforadora.

Recientemente se ha implantado el análisis de aceite en todos los cambios de aceite definidos por el plan de mantenimiento preventivo, por lo que no se tiene mucho histórico con respecto a este tipo de análisis. La ejecución de la toma de muestras de aceite es realizada por el técnico responsable del mantenimiento, se tiene que sacar muestras de los compartimentos de motor, transmisión, hidráulico, mandos finales.

Los trabajos realizados como mantenimiento predictivo son considerados como correctivo o parte del preventivo, las cuales también son registradas en los cuadernos de control de anomalías, posteriormente se registran en hojas de cálculo (Excel) es en estas hojas de cálculo es donde se dan la calificación de correctivo y preventivo para con ello obtener los indicadores de gestión.

Fecha	Equipo	Respo	Observación	Reportado	Guar	Trabajo Realizado	Realizo Obs.
30-dic.-17	SCA-124	AESA	Falta grasa para autolube	Agapito Crispin	B		NO
30-dic.-17	SCA-124	AESA	Pines y bocinas de articulacion gastadas	Agapito Crispin	A		NO
30-dic.-17	SCA-124	AESA	pines y bocinas del primer brazo tiene deficiencia	Agapito Crispin	B		NO
30-dic.-17	SCA-124	AESA	Equipo pierde fuerza en rampa	Agapito Crispin	B		NO
30-dic.-17	SCA-124	AESA	falta engrase del equipo	Agapito Crispin	B		NO
04-ene.-18	SCA-124	AESA	Choque parte posterior, llanta 2 presenta corte, no tiene tapa de turbo, filtros de admisión saturados	Velasquez quiquia	A		NO
15-ene.-18	SCA-124	AESA	Cilindro de dirección esta acondicionado, Falta cuña de seguridad, llantas 1 y 2 con corte.	Agapito Crispin	A		NO
30-ene.-18	SCA-124	AESA	Llanta 1 presenta corte, 1 perno de tornamesa roto, filtros de admisión saturados	Velasquez quiquia	A		NO
06-feb.-18	SCA-124	AESA	Llanta 1 presenta corte, 1 perno de tornamesa roto, filtros de admisión saturados, tapa de turbo no tiene.	Velasquez quiquia	C		NO
09-feb.-18	SCA-124	AESA	Los pernos de tornamesa falta ajustar	Agapito crispin	B		Si
10-feb.-18	SCA-124	AESA	Pernos roto y flojos de la tornamesa, tiene fugas de aceite hidráulico del cilindro de dirección P2	Piter Espejo	A		

Figura 3-2 Registro de eventos por equipos.

3.3. RECURSOS TÉCNICOS

3.3.1. Talleres

AESA en la unidad minera Ticlio el departamento de mantenimiento cuenta con varios sectores, asignados por el cliente compañía minera VOLCAN.

Por contrato el cliente, en este caso la compañía minera VOLCAN es responsable de brindar las instalaciones designados como taller para las labores de mantenimiento de los equipos de maquinaria pesada de bajo perfil.

Estos talleres asignados son compartidos con otras empresas contratistas que también brindan servicio a la compañía minera VOLCAN, teniendo muchas limitaciones en cuanto a espacio y comodidad para realizar adecuadamente las labores de mantenimiento.

Estos sectores están distribuidos de la siguiente manera:



Figura 3-3 Vista de planta de la unidad Minera Ticlio.

➤ Taller Mecánico

Es en este sector que se realizan los mantenimientos correctivos y preventivos, en la cual se tienen habilitados puntos de energía eléctrica, 01 compresor de aire para el engrase de los equipos, agua no apta para el consumo humano solamente para la limpieza de equipos y taller. Este taller también es utilizado para los trabajos eléctricos y electrónicos.

➤ Taller de Soldadura

En este sector se realizan las reparaciones por daños en el chasis del equipo ocasionadas por desgaste o por caída de roca suelta, además se realiza la reparación y reforzamiento de los cucharones de los SCOOPTRAM (cargador de bajo perfil).

➤ Lavadero

En este sector se realiza el lavado de los equipos, cuenta con suministro de agua a presión no apta para el consumo humano, se tiene muchas limitaciones en esta área debido a que no se cuenta con los equipos adecuados para la limpieza adecuada de los equipos simplemente está dotada de una manguera con agua a presión.

➤ Patio de estacionamiento

En este sector se pueden estacionar temporalmente los equipos que requieren salir a superficie por motivos técnicos, pero esta para el uso de estacionamiento de equipos que se encuentran en mantenimiento y tengan que estar parados por falta de repuestos o equipo en Stand by.

3.3.2. Almacenes

En AESA, el departamento de logística es el encargado de la gestión de almacenes, además de la compra de materiales propios de la ejecución de labores en interior mina y repuestos para los equipos subterráneos.

AESA cuenta con un almacén central en Lima a donde llegan todos los materiales y repuestos para los distintos proyectos que tiene la empresa.

Cada proyecto en unidad minera cuenta con su almacén en las instalaciones del cliente.

La logística en la unidad minera Ticlio tiene distribuido sus sectores para almacenar materiales de la siguiente manera:

- **Materiales y repuestos**

Se almacenan materiales para las operaciones en interior mina y repuestos de los equipos de maquinaria pesada.

- **Productos Peligrosos**

Se almacenan en lo que refiere a lubricantes para los equipos de maquinaria pesada, tales como aceites, refrigerante, grasas, etc.

- **Depósito de explosivos**

Se almacenan los explosivos para voladura en interior mina.

- **Neumáticos**

Se almacenan los neumáticos nuevos y reparados, además que se tiene un espacio para los neumáticos desechados.

El taller mecánico también cuenta con espacios para almacenar temporalmente los repuestos que se reservan para los mantenimientos del equipo, además de tener cajas para guardar las herramientas de los técnicos.

3.3.3. Oficinas de control

La gestión de mantenimiento tiene lugar en las oficinas de control, donde se recaba información diaria de las actividades realizadas en operación por los equipos.

Es en donde se generan las Ordenes de Trabajo para mantenimiento correctivo y preventivo, se generan los vales de salida de almacén ya sean para repuestos y lubricantes.

El personal de gestión (jefe, asistente y planner de mantenimiento) son los encargados de realizar los reportes que posteriormente serán expuestos ante el cliente y la sede central Lima, para buscar estrategias de mejora.

En las oficinas de control se realizan las reuniones de la jefatura con el personal técnico para acuerdos de los eventos que se tuvieron durante la semana pasada.

3.3.4. Equipos de reparación

Los técnicos encargados de realizar los trabajos de mantenimiento cuentan con herramientas básicas para su trabajo las cuales se les entrega mediante una lista de acuerdo a la cualificación que tiene, estas herramientas son entregadas en una caja de herramientas desplegable, la cual cuenta con compartimentos pero que no es muy cómoda para luego buscar por la cantidad de herramientas que pudiese tener el técnico.

Además, cuentan con herramientas y equipos especiales las cuales son para el uso de todo personal capacitado están se encuentran en una estantería dentro de un contenedor, éstos son:

- Máquina de soldar con arco eléctrico.
- Equipo de oxicorte (oxígeno + acetileno).
- Amoladora manual.
- Taladro manual
- Pórtico con tecla de cadena con capacidad de carga de 5 Tn.
- Compresor de aire con motor eléctrico.
- Bomba neumática para engrase.
- Esmeril de banco, prensa de banco.
- Torquímetro.
- Válvula de recarga de nitrógeno, para los acumuladores de las perforadoras de los jumbos.
- Gata hidráulica, caballetes.
- Cargador de baterías.
- Otros

3.3.5. Instrumentación de monitorizado

Los técnicos mecánicos y eléctricos cuentan con equipos de monitorizado los que podemos mencionar son:

- Eléctricos
 - Multímetros digitales, Pinza amperimétrica.
- Mecánicos
 - Tetragauge (conjunto de manómetros para regular presiones del equipo en la marca CATERPILLAR), pirómetro digital, tacómetro digital, medidor de remanente de neumáticos.

3.4. RECURSOS HUMANOS

3.4.1. Personal

Organigrama del área de mantenimiento AESA S.A. Sede Central – Lima.

El departamento de mantenimiento se encuentra inmerso en la gerencia de operaciones por la cual no tiene independencia en cuanto a realizar proyectos de mejora.

El organigrama interno del departamento de Mantenimiento se muestra a continuación:

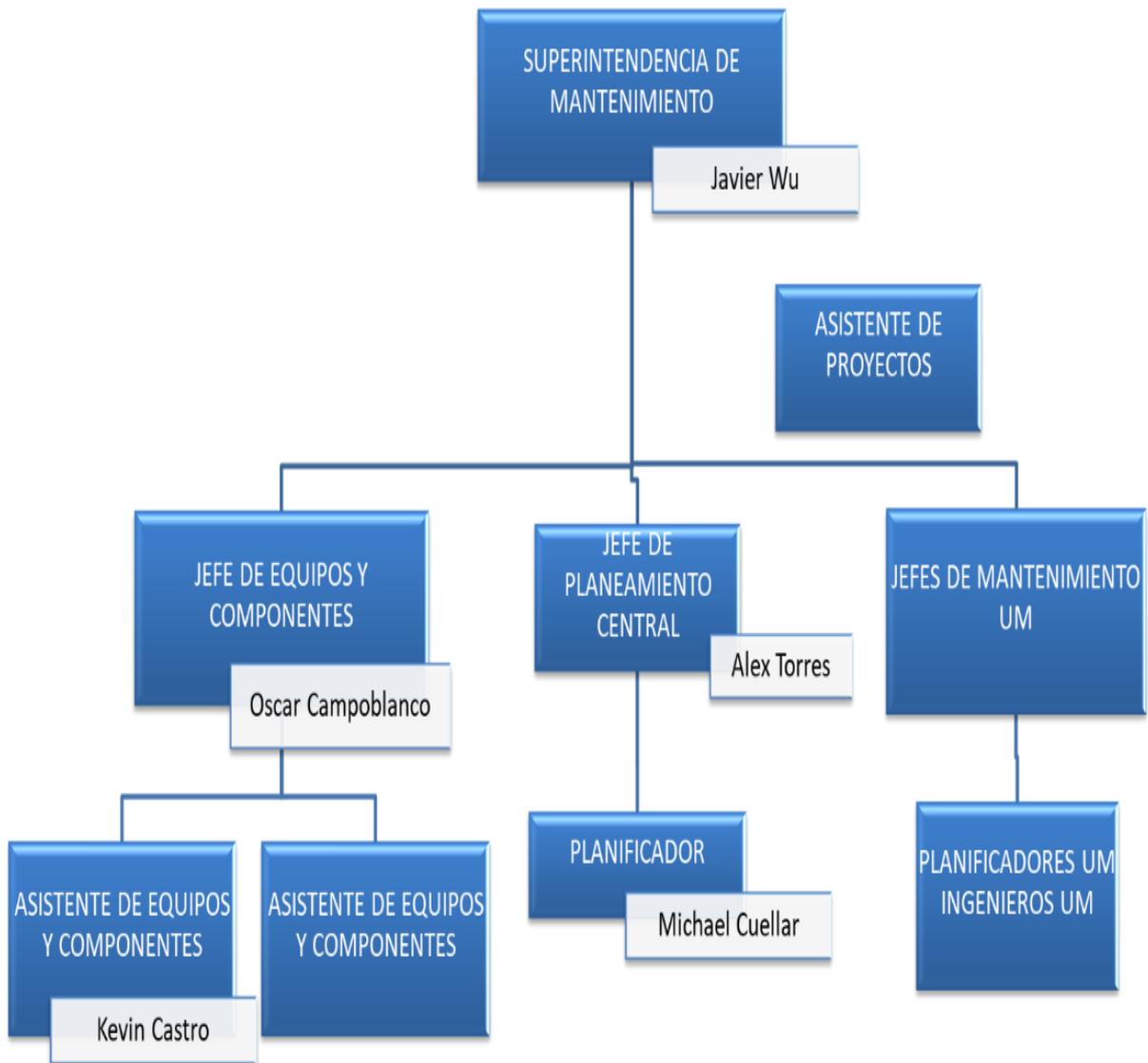


Figura 3-4 Organigrama del área de mantenimiento de AESA S.A.

Se organiza de la siguiente manera:

- **Superintendente de mantenimiento**
Responsable de liderar la gestión de mantenimiento desde la sede central Lima, estando siempre en contacto con los jefes de las unidades mineras.
- **Jefe de equipos y componentes**
Responsable de articular las necesidades de equipos y componentes entre las unidades mineras y proveedores desde el punto de vista técnico y económico, además de administrar garantías de reparaciones y equipos.
- **Jefe de planeamiento central**
Responsable de articular las necesidades de partes, repuestos, consumibles y servicios, entre la UM y los proveedores, además de administrar los módulos de la ERP SAP de mantenimiento y planificación y el control de costos del área.
- **Jefes de Mantenimiento de las unidades mineras**
Responsable de liderar la gestión de mantenimiento dentro de las unidades mineras estando en contacto con el cliente (unidad minera), realizar presupuestos, informes técnicos para la superintendencia, además de supervisar las labores de mantenimiento en taller y en interior mina (equipos en funcionamiento).

Organigrama del área de mantenimiento AESA S.A. unidad minera Ticlio

Se toma como referencia la unidad minera Ticlio de la Compañía minera VOLCAN, para efectos de tener una muestra del modelo de mantenimiento que tiene la empresa.

El equipo de trabajo en la unidad minera está compuesto por:

- 01 Jefe de Mantenimiento
- 01 Asistente de mantenimiento
- 02 Planner de mantenimiento
- 12 Técnicos mecánicos
- 03 Técnicos electricistas
- 03 Técnicos de soldadura

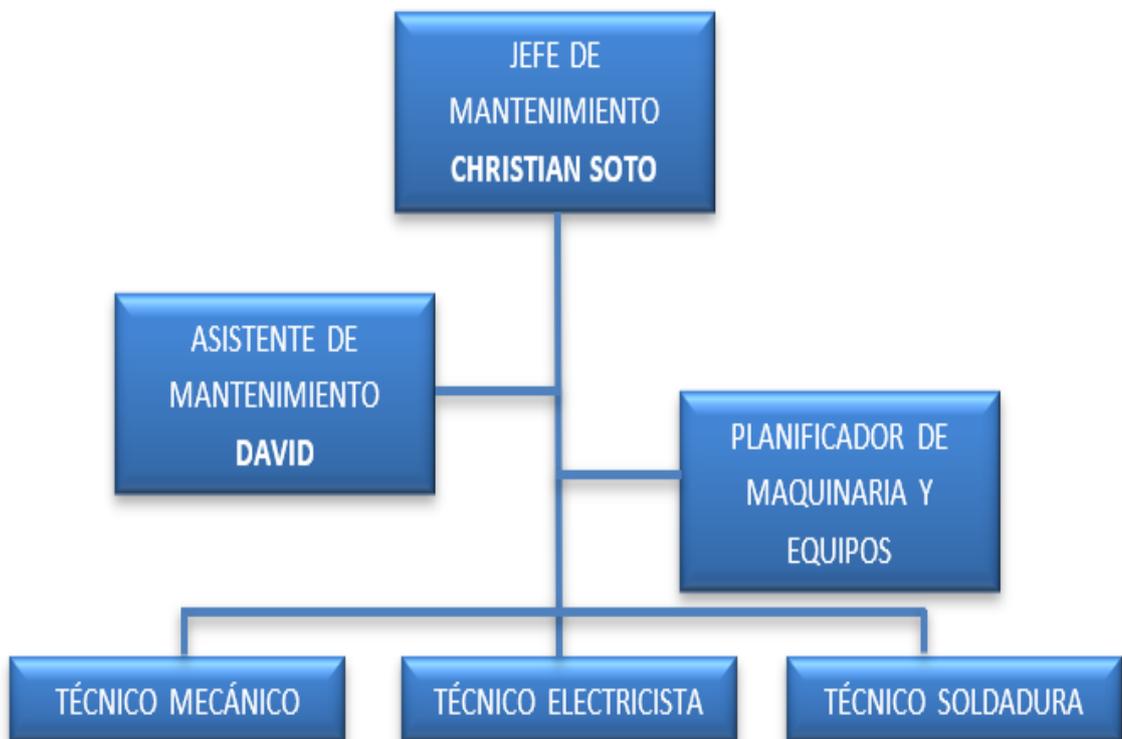


Figura 3-5 Organigrama del área de mantenimiento de la unidad minera Ticlio.

3.4.2. Formación

AESA mediante la gerencia de Recursos humanos, promueve las capacitaciones hacia el personal, comúnmente estas capacitaciones son de seguridad y salud ocupacional en el trabajo, de motivación y muy pocas capacitaciones técnicas para el personal técnico y de gestión.

Por lo que la empresa todavía tiene que mejorar mucho en este sentido, ya que una empresa debe invertir en la capacitación de su personal para el crecimiento y desarrollo del conjunto.

3.5. INDICADORES. CERTIFICACIONES

El departamento de mantenimiento desde su sede central coordina con las diferentes unidades mineras para el manejo de los indicadores de mantenimiento los cuales están definidos de la siguiente manera:

- Disponibilidad mecánica
Disponibilidad considerando 12 horas programados para la operatividad.
- Disponibilidad operativa
Disponibilidad considerando las 8 horas reales programados para la operatividad.
- Utilización
Tiempo de utilización durante la operatividad, sin considerar las paradas externas a mantenimiento.
- MTBF (TPEF)
Tiempo medio entre fallas de los equipos de bajo perfil en la unidad minera Ticlio.
- MTTR (TPPR)
Tiempo medio por reparación de equipos de bajo perfil en la unidad minera Ticlio.
- Un muy subjetivo concepto de confiabilidad (%C)

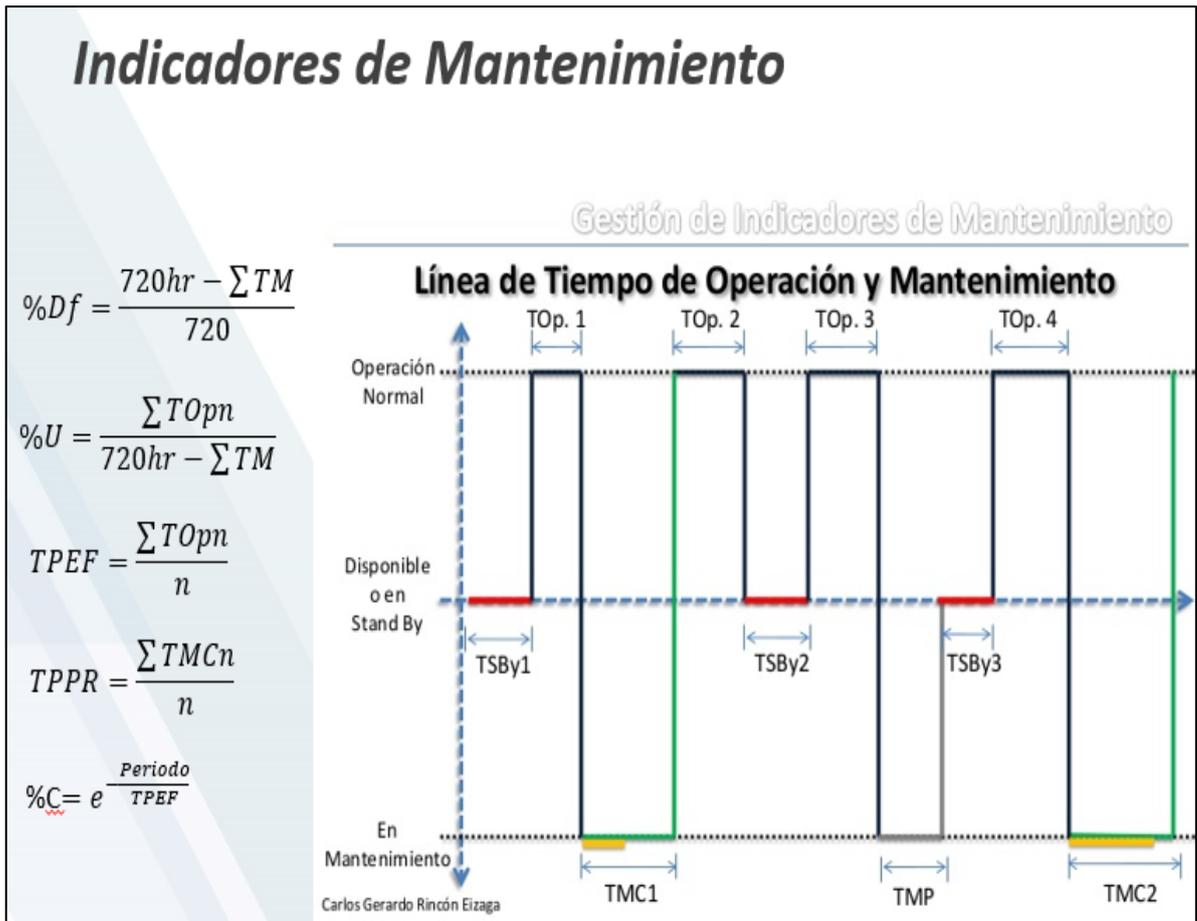


Figura 3-6 Indicadores de mantenimiento en AESA.

AESA cuenta con las siguientes certificaciones:

- ISO 9001: Sistema de gestión de calidad.
- ISO 14001: Sistema de gestión medio ambiental.

3.6. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN: IMPRESOS, GMAO

En AESA la gestión de información se realiza mediante el software de gestión ERP SAP, la cual se utiliza a nivel general en todas las gerencias, por lo que se tiene los distintos módulos del SAP, en el caso particular de la unidad minera Ticlio se tiene desde el noviembre del 2016, fecha en la que ingresaron a esta unidad.

La implementación del SAP tuvo sus complicaciones por temas contractuales con el cliente (VOLCAN), por lo que se inicia la gestión de información en las hojas de cálculo en EXCEL.

Luego de 4 meses en la unidad minera AESA en marzo del 2017 implementa completamente el SAP, teniendo aún pendiente la capacitación a los planner.

Por el reducido personal con el que se cuenta para la gestión de información, se estilaba realizar ordenes de trabajo generales de correctivo y preventivo para el mes completo, sin distribuir adecuadamente las ordenes por tipos de mantenimiento, equipos, sistemas, gamas, etc.

Sin la información adecuada no se puede llevar una gestión optima del mantenimiento, por lo que es un tema que se tiene que reimpulsar en la empresa.

Crear A.M. Mnto. Correctivo Planificado : Cabecera central

Orden: PM03 %000000000001
Stat.sist.: ABIE DMNV FENA

Datos cab. | Oper. | Componentes | Costes | Objetos | Datos adic. | Emplaz. | Planific. | Control

Responsable
Gpo.plan.: / 3105
Rs.pto.tr.: /
Aviso:
Costes: PEN
Cl.activ.PM: 002 Mantenimiento
EstdlInstal:

Fechas
Inic.extr.: 20.04.2009
Fin.extr.: 28.04.2009
Prioridad: 3-medio
Revisión:

Objeto de referencia
Ubic.téc.:
Equipo: M2000031-0000 JRB282 - A456 -
Conjunto:

Primera operación
Operación:
PtoTrab/Ce: / 3105 ClvCtrl: PM01 Cl.activ.:
TrabInvert: H Cantidad: Dur.oper.: H
N° pers.:

Figura 3-7 Ventana del SAP para crear OT's.

Las solicitudes de pedido se realizan por el SAP, para esto se tiene que tener la codificación del repuesto, el equipo al que va ser instalado y otros como se indican en la imagen

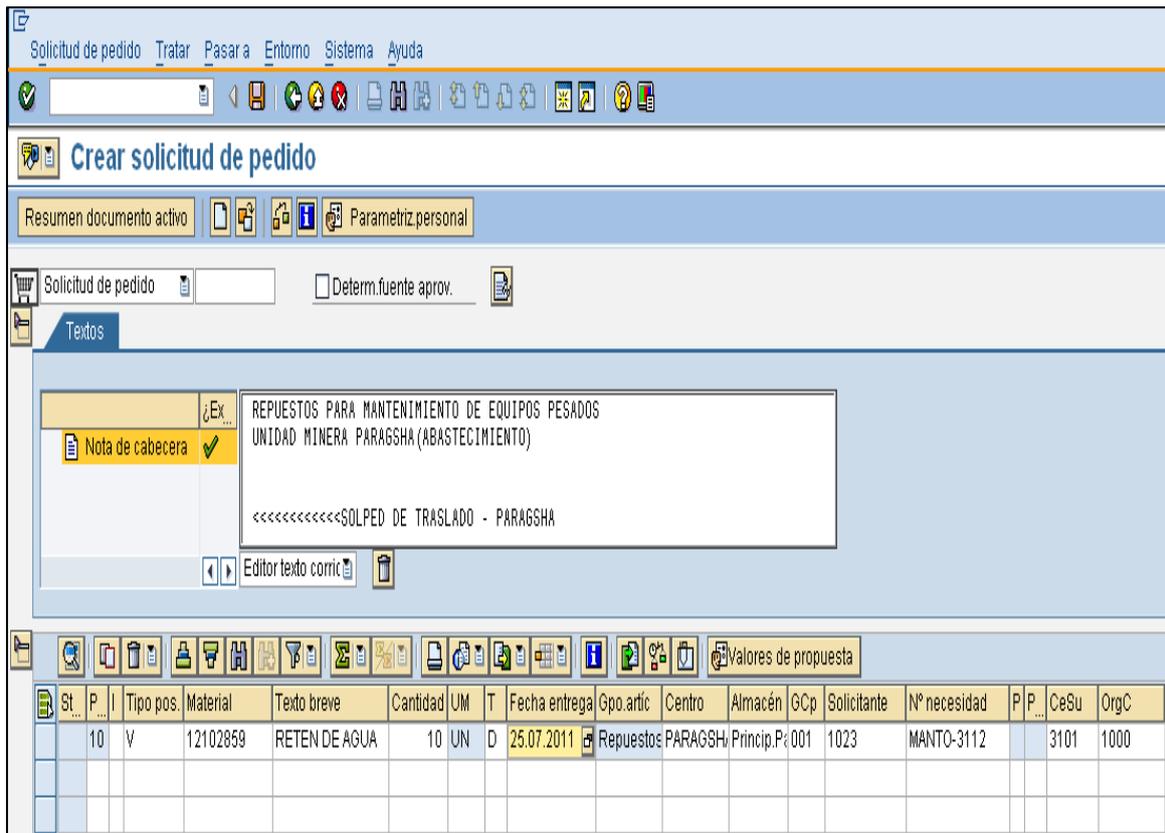


Figura 3-8 Ventana del SAP para la creación de pedidos.

Igual manera se realiza los seguimientos de control de costos, control de repuestos y aprobación de pedidos de acuerdo a jerarquía.

Los impresos para la gestión de información son los siguientes:

- Orden de Trabajo.
- Reporte diario de mecánico.
- Check List de operador.
- Backlog de repuestos.
- Vales de repuestos.
- Hojas de inspección.
- IPERC de seguridad.
- Hojas de ruta de mantenimiento.
- Hojas de control de lubricante.
- Ordenes de servicio.

3.7. INVENTARIO DISPONIBLE

3.7.1. Inventario de Equipos AESA

AESA cuenta con un total de 142 equipos distribuidos en los distintos proyectos en los que se encuentra presenta.

Estos equipos son de diferentes marcas y de edades diferentes por lo que se tiene una especial atención en los equipos de más antigüedad, por lo general los equipos nuevos y jóvenes se encuentran en condiciones que garantizan un óptimo desempeño en operaciones en la unidad minera que ha sido asignada.

Se tiene con mayor presencia los Scooptram, el cual es un cargador frontal de bajo perfil utilizada para acarreo de mineral del yacimiento minero subterráneo a los volquetes de transporte.

En 2º lugar se tiene el Jumbo Frontonero utilizada para la perforación de material rocoso en el yacimiento minero subterráneo, posterior a ello se realiza la carga de explosivos para la detonación de la sección del túnel.

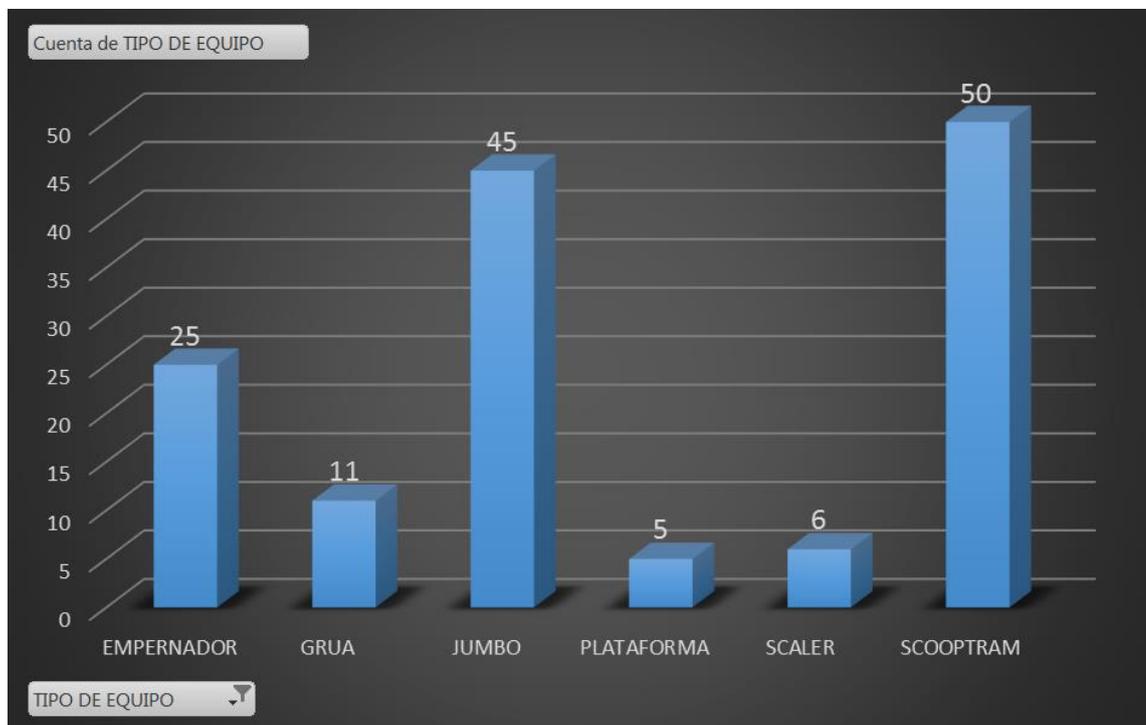


Figura 3-9 Total de equipos AESA.

3.7.2. Equipos utilizados en la unidad minera Ticlio

ÍTEM	FAMILIA	CAPACIDAD	COD AESA	COD U.M.	MARCA	MODELO
1	EMPERNADOR	CON CARRUSEL	J-408	JR179	RESEMIN	BOLTER 88
2	EMPERNADOR	CON CARRUSEL	J-409	JR180	RESEMIN	BOLTER 88
3	EMPERNADOR	CON CARRUSEL	J-410	JR181	RESEMIN	BOLTER 88
4	EMPERNADOR	CON CARRUSEL	J-411	JR182	RESEMIN	BOLTER 88
5	EMPERNADOR	CON CARRUSEL	J-412	JR183	RESEMIN	BOLTER 88
6	JUMBO	1 BRAZO	J-007	JA111	ATLAS COPCO	BOOMER S1D
7	JUMBO	1 BRAZO	J-009	JA112	ATLAS COPCO	BOOMER S1D
8	JUMBO	1 BRAZO	J-010	JA113	ATLAS COPCO	BOOMER S1D
9	JUMBO	1 BRAZO	J-011	JR102	RESEMIN	TROIDON 55
10	JUMBO	1 BRAZO	J-012	JA114	ATLAS COPCO	BOOMER S1D
11	SCALER	N/C	V-123	SP008	PAUS	RL-853
12	SCALER	N/C	V-124	SP005	PAUS	RL-853
13	SCALER	N/C	V-125	SP006	PAUS	RL-853
14	SCOOPTRAM	4 YARDAS	S-018	SA416	ATLAS COPCO	ST7
15	SCOOPTRAM	6 YARDAS	S-019	SC685	CATERPILLAR	R1600H
16	SCOOPTRAM	6 YARDAS	S-020	SC686	CATERPILLAR	R1600H
17	SCOOPTRAM	6 YARDAS	S-021	SC687	CATERPILLAR	R1600H
18	SCOOPTRAM	4 YARDAS	S-022	SC696	CATERPILLAR	R1300G
19	SCOOPTRAM	6 YARDAS	S-023	SC697	CATERPILLAR	R1600G
20	SCOOPTRAM	4 YARDAS	S-024	SC698	CATERPILLAR	R1300G

Tabla 3-2 Inventario de equipos AESA

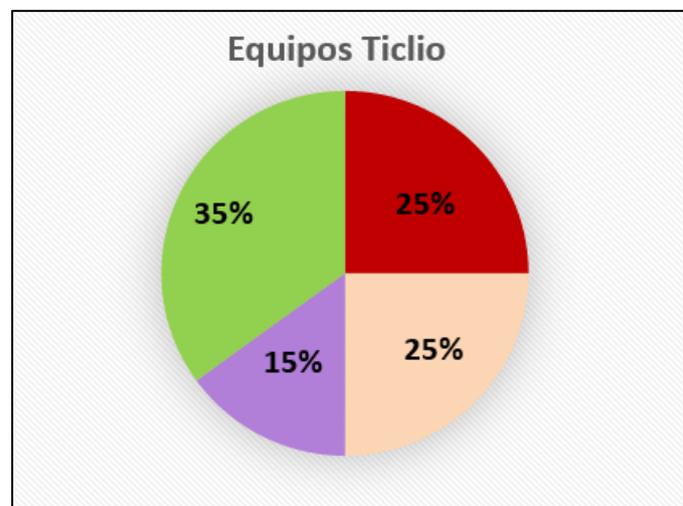
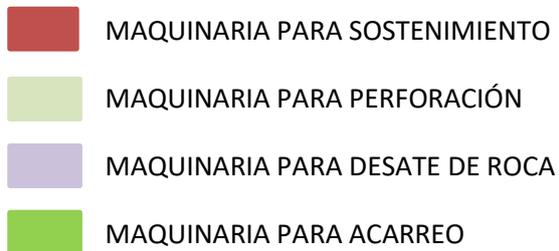


Figura 3-10 Porcentaje de equipos en Ticlio por familia

CAPITULO 4
ANÁLISIS DAFO

4.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de las propuestas de mejora a realizar en el sistema de mantenimiento de la empresa AESA en la unidad minera Ticlio, es conseguir un trabajo más eficiente por parte del departamento; en la ejecución de trabajos.

Conseguir una mejor cultura de trabajo con la aplicación de las distintas metodologías de mantenimiento, y en la gestión de administración y programación tener un mayor control sobre los recursos de los que se dispone, mediante la capacitación en técnicas de gestión que se tiene en las mejores empresas del mercado. A la vez se pretende llegar a conseguir dar un giro drástico en cuanto al entendimiento de los tipos de mantenimiento, orientando el mantenimiento hacia porcentajes mayores de preventivo con presencia de técnicas de predictivo frente al correctivo.

Establecer lineamientos para una base sólida de actuación para la adecuada identificación y aplicación de la gestión de mantenimiento dentro de la empresa, siendo su papel y tarea en función a la cadena de valor del negocio, de manera que se asegure y oriente adecuadamente los esfuerzos y recursos de la empresa.

Se realiza el Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades), a fin de buscar mejoras en los puntos más débiles que tiene el sistema de gestión mantenimiento actual en la unidad minera Ticlio.

Con los datos obtenidos se trazará metas para obtener resultados visibles ya que serán elementos sobre los que se puede actuar directamente y sobre los que la empresa tendrá control y capacidad de cambio.

4.2. CONCLUSIÓN ANÁLISIS DAFO

<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicos expertos para la solución de anomalías de equipos. - Software SAP como herramienta de gestión, aunque se debería aprovechar mejor. - Proveedores que ofrecen cursos de capacitación (Conocimiento de componentes de Jumbo) gratis. - Facilidad de comunicación con distintas áreas. - Instalaciones del taller de mantenimiento. - Oficinas de gestión. 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta de metodología 5S. - Personal insuficiente para la gestión de información. - Desorden en los ambientes del taller mecánico. - Falta de cursos formativos para el personal. - Baja calidad de información - Taller de mantenimiento sin señalizaciones de estacionamiento, acceso peatonal, etc.
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuevos proyectos mineros en el Perú. - Incremento presupuestal para el área del mantenimiento. - Trabajo en conjunto con el representante de MOBIL en el muestreo de aceites. - Creación de la oficina de proyectos de innovación en mantenimiento. - Fiabilidad de indicadores de mantenimiento. 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descenso del valor del precio del Zinc, debido a esto no se prosigue con el proyecto implementación de taller de mantenimiento. - Normativa exigente del cliente para realizar cambios en taller de mantenimiento. - Renuncia del personal con experiencia por las condiciones laborales en la empresa. - Reducción del yacimiento de Cobre mineral de mayor valor.

Tabla 4.1 Análisis de Amenazas Fortalezas y Oportunidades

Se tendrá en cuenta las debilidades y fortalezas halladas en el análisis DAFO, mediante esta base se realizará las propuestas de mejora para el sistema de mantenimiento actual de la empresa. Enfocándonos en el origen de cada debilidad o amenaza y revisando las causas que podrían generarlas, desarrollaremos las mejores técnicas y metodologías del mantenimiento de clase mundial para lograr una filosofía en el sistema de mantenimiento.

CAPITULO 5
PROPUESTAS DE MEJORA A CORTO PLAZO

5.1. MEJORAR LA GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE CONTROL DE LA INFORMACIÓN PARA REALIZAR UN BUEN PLAN DE MANTENIMIENTO

5.1.1. Antecedentes

Actualmente en la unidad minera Ticlio el departamento de mantenimiento a pesar de que cuenta con el software de planificación SAP se tiene deficiencia en la recolección de la información de operación y mantenimiento de los equipos maquinaria pesada de bajo perfil que se encuentran en operación.

Para realizar un plan de mantenimiento eficiente se deben juntar las actividades diarias y semanales de mantenimiento preventivos y correctivos, teniendo en cuenta que se requiere de información de calidad proveniente de los trabajos realizados por los técnicos mecánicos, así como de los operadores de los equipos de maquinaria pesada.

Los formatos que se cuentan son:

- Ordenes de Trabajo

Este documento existe en la gestión de información, sin embargo, son genéricas sin clasificación de correctiva, preventiva o predictiva.

Además, están con muy poca información para su correcta ejecución y planificación, no se dispone de una operativa de ejecución, no se dispone de información sobre los recursos utilizados durante la ejecución del trabajo tales como repuestos, horas hombre, tiempo de ejecución, observaciones, nombre de los operarios.

- Check list de equipos

En este documento se puede obtener información muy importante como; posibles fallas de los equipos, horas de operación de los equipos, además de los datos de producción ejecutados. En muchas ocasiones los operadores no realizan el correcto llenado de la información.

- Formato de solicitud de repuestos

Documento en el cual se realizan los pedidos de los repuestos que los técnicos mecánicos han definido mediante las inspecciones en los mantenimientos preventivos y correctivos realizadas a los equipos.

- Vales de salida de almacén

Documento en el cual se solicitan los repuestos necesarios para los mantenimientos preventivos programados, éste deberá ser autorizado por el Jefe de Mantenimiento, Jefe de Logística para su uso.

- Tareo mecánico

Documento en el cual el operario describe las labores que ha realizado durante el turno correspondiente, éste deberá ser visado por el jefe de mantenimiento y entregado al Planner para su control debido.

- Cartillas de mantenimiento

Documento en el cual se tienen un procedimiento muy genérico de mantenimiento preventivo de los equipos en general. Por lo general este documento lo brinda el cliente.

- Control de elementos de desgaste

Documento para el control de desgaste de los elementos de corte particularmente del scooptram: Cuchillas, cantoneras, taloneras. Se realiza el control quincenal de estos componentes.

5.1.2. Propuesta

Se propone mejorar la gestión de documentos de control de la información a través de la capacitación a todo el personal del área de mantenimiento para el correcto llenado de estos documentos.

Se realizará un programa de capacitación para el personal sin afectar los horarios laborales, mediante la visita de personal capacitado a la unidad minera, además la

jefatura de mantenimiento velará para que se cumpla todos los lineamientos establecidos para la correcta redacción de la información en estos documentos.

En cuanto a los técnicos mecánicos una vez capacitados se les exigirá la información detallada en los formatos que el planificador le hará entrega (ordenes de trabajo clasificado de acuerdo al tipo de mantenimiento, Check list, Back log de repuestos etc.)

Por su parte el Planificador encargado de ingresar los datos al sistema SAP, ya tendrá la información detallada teniendo la responsabilidad de gestionar adecuadamente los datos obtenidos para la planificación y programación de los mantenimientos preventivos.

5.2. IMPLEMENTACIÓN DEL PANEL DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

5.2.1. Antecedentes

El taller de mantenimiento cuenta con un panel de información en la que se publican documentos informativos de seguridad y medio ambiente, temas que no tienen nada de relación con información del departamento de mantenimiento.

El personal técnico solo cuenta con la información que escucha durante las charlas diarias en el reparte de labores al inicio de cada mañana

5.2.2. Propuesta

Para tener una visión general de los trabajos llevados a cabo por el departamento de mantenimiento y de la proyección del mismo se instalará un panel de control. Este permitirá tener una visión global e inmediata del departamento siendo útil para todas las personas que requieran información del mismo ya sean de la empresa o del cliente.

El panel deberá estar diseñado con la intención de cubrir tres necesidades del departamento.

En la primera sección se lleva el control del personal de mantenimiento en cuanto a las órdenes de trabajo que se están realizando. Se realizará un diseño adecuado para llevar el control de ordenes abiertas, pendientes y cerradas.

En la segunda sección se llevará los resultados encontrados el cuadro de mandos de mantenimiento, en esta parte se presentarán gráficas estadísticas de la evolución del mantenimiento correctivo frente al preventivo por familia de equipos, mostrando tiempos, costes y porcentaje de cumplimiento del mantenimiento preventivo semanalmente.

En la tercera sección se incorporará el cuadro de los indicadores de mantenimiento como; Disponibilidad, Utilización, MTBF, MTTR y MTFE,

Todo esto con el fin de mantener informado a todo el personal de mantenimiento buscando obtener el compromiso de cada uno de ellos en mejorar personalmente y en conjunto.

5.3. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTES DE MANTENIMIENTO

5.3.1. Antecedentes

La Planificación y costes de mantenimiento en el área casi siempre se han visto descontroladas, esto debido a muchos factores, esencialmente por exceso de fallos correctivos las cuales originaban que se tenga que adquirir repuestos a un costo elevado. Se puede creer que es debido a las malas prácticas en el mantenimiento por parte del personal técnico.

5.3.2. Propuesta

Se realizará un mejor control de los costes de mantenimiento distribuyéndolas adecuadamente.

- MANO DE OBRA

Para realizar el cálculo del presupuesto para la mano de obra se toma en cuenta el tiempo que se demora el personal en las actividades de mantenimiento y el sueldo mensual.

CARGO	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL €	SUELDO ANUAL €	PRECIO POR HORA €
Jefe de Mantenimiento	02	1500.00	18000.00	6.25
Planner de Mantenimiento	02	1000.00	12000.00	4.16
Mecánico	18	900.00	10800.00	3.75
Electricista	6	900.00	10800.00	3.75
Soldador	3	950.00	11400.00	3.96
TOTAL		5250.00	63000.00	21.87

Tabla 5-1 Costes mano de obra para el mantenimiento preventivo.

- REPUESTOS

Para los repuestos empleados en las actividades de mantenimiento preventivo se va a utilizar el precio actual del repuesto en el mercado.

A continuación, en la tabla se detallan los diferentes repuestos con sus precios.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO €
Cilindro de aceite MOBIL 15W40	34 l	170.00
Cilindro de aceite MOBIL 80W90	80 l	480.00
Cilindro de aceite MOBIL SAE 30	47 l	282.00
Cilindro de aceite MOBIL SAE 10W	125 l	738.00
Grasa NLGI2, grasa multipropósito	10 kg	77.00
Líquido de freno vehículos pesados	14 l	112.00
Líquido refrigerante	60 l	180.00
Filtros de aceite CAT 1R-1808	1 und.	24.00
Filtros 1° de combustible CAT 133-5673	1 und.	40.00
Filtros 2° de combustible CAT 1R-0762	1 und.	28.00
Filtros de aire 1° CAT 1R-0716	1 und.	25.00
Filtro de aire 2° CAT 0986450221	1 und.	22.00
Filtro de refrigerante CAT 1G-8878	1 und.	30.00

Tabla 5-2 Costes repuestos para el mantenimiento preventivo.

La Empresa necesitaría realizar una inversión de 2 208 Euros en repuestos para mantener un stock suficiente para realizar las actividades de mantenimiento de 01 Scooptram.

- CÁLCULO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

Relación de gamas de mantenimiento y sus costes.

Para realizar estos cálculos se emplea mano de obra y repuestos para cada operación.

Para una mejor explicación se realizará el cálculo tomando como ejemplo un Cargador frontal de bajo perfil Scooptram de la marca CATERPILLAR modelo R1600H.

SISTEMA	OPERACIÓN	CODIGO	PERÍODO (hora)	GAMA	REPUESTO	HERRAMIENTAS	Nº / ESPEC OPERARIO	TIEMPO ASIG.(h)	COSTE REPUESTO (€)	COSTE M.O. (30€/h)	COSTE TOTAL (€)	PROCED. DE OPER.
Lubricación	Cambio aceite motor	ML01	250	R-A	Filtro de aceite	Guantes, Llave mixta, bandeja escurridora	MEC001	0.5	24.00	15	39.00	PO01
Lubricación	Cambio filtro aceite motor	ML02	250	R-A	Aceite MOBIL 15W30 ESP 5L - ref. 154296	Guantes, Llave de correa, bandeja escurridora	MEC001	0.3	170.00	9	179.00	PO02
Admisión	Cambio filtro de aire	MA01	250	A	Filtros de aire 1y 2	Guantes.	MEC001	0.5	53.00	15	68.00	PO03
Inyección	Cambio filtro de combustible	MI01	500	B	Filtros de combustible 1 y 2	Guantes, Llave de correa, Bandeja escurridora	MEC001	0.5	68.00	15	83.00	PO04
Distribución	Cambio de Kit correa de distribución - bomba de agua	MD01	1000	C	Bomba de agua + kit correa distribución	Guantes, Gato hidráulico, Llave carraca, Juego de llave mixta, Llave dinamométrica, alicate	MEC001	4	350.50	120	470.50	PO05
Refrigeración	Cambio líquido refrigerante	MR01	1000	C	Líquido de refrigeración	Guantes, bomba de succión, alicate, Bandeja escurridora.	MEC001	0.5	180.00	15	195.00	PO06

Tabla 5-3 Plan de mantenimiento preventivo

Las operaciones que se realizan en el vehículo con sus recambios y herramientas se muestran en la tabla N.º 5-3.

En la tabla podemos apreciar por un lado el precio del repuesto a cambiar y, además, el precio de la mano de obra que será de 30 €/ Hora.

GAMAS	OPERACIÓN	COSTE M. O. OPERACIÓN €	COSTE REPUESTO OPERACIONES €	COSTE M.O. GAMA €	COSTE REPUESTO GAMA €	COSTE TOTAL GAMA €
R (150 h)	ML01	15.00	24.00	24.00	194.00	218.00
	ML02	9.00	170.00			
A (250 h)	ML01	15.00	24.00	54.00	315.00	369.00
	ML02	9.00	170.00			
	MA01	15.00	53.00			
B (500 h)	MI01	15.00	68.00	15.00	68.00	83.00
C (1 000 h)	MD01	120.00	350.50	135.00	530.50	665.50
	MR01	15.00	180.00			

Tabla 5-4 Relación de gama para el mantenimiento preventivo.

Para realizar una planificación adecuado, se seguirá las frecuencias de mantenimiento establecidas por el fabricante estas pueden ser en horas (h), días, meses o años.

Se considera que en 1 año se recorre 1500 horas promedio como se muestra:

Período	1500 h	3000 h	4500 h	6000 h	7500 h
Año	1	2	3	4	5
GAMAS	R, 3A, 2B, 1C	3A, 1B, 2C	3A, 2B, 1C	3A, 1B, 2C	3A, 2B, 1C
Costes repuestos	1805.00 €	184.94 €	1611€	339.00 €	1611 €
Coste Mano Obra	78.00 €	108.00 €	54.00 €	228.00 €	54.00 €
Coste Anual	225.17 €	292.94 €	146.47 €	567.00 €	146.47 €
Coste Acumulado	225.17 €	518.11 €	664.58 €	1,231.58 €	1,378.05 €

Tabla 5-5 Costos anual y acumulado para una proyección de 5 años.

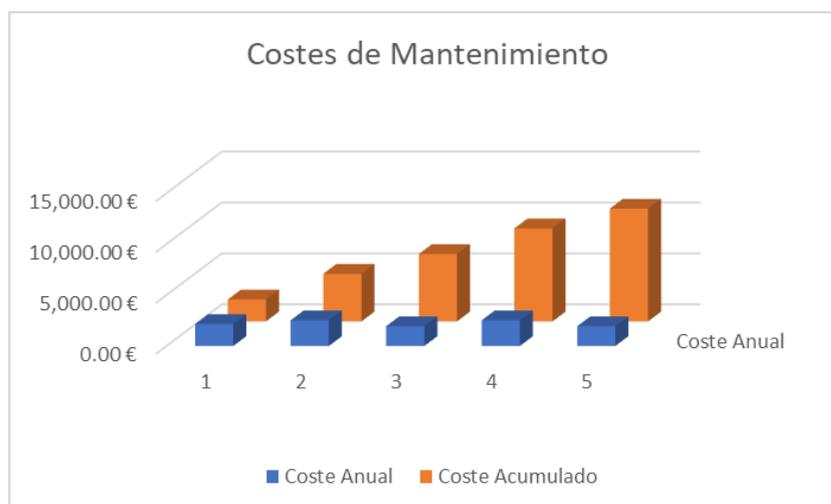


Figura 5-1 Porcentaje de equipos en Ticlio por familia.

CAPITULO 6
PROPUESTAS DE MEJORA A MEDIO PLAZO

6.1. ACTUALIZACIÓN E INCREMENTO DE DOCUMENTOS DE CONTROL DE LA INFORMACIÓN

6.1.1. Antecedentes

Del apartado 5.1 se puede notar la falta de ciertos tipos de formatos que ayudarían a mejorar la gestión de mantenimiento en la unidad minera Ticlio.

6.1.2. Propuesta

Se pretende adicionar los siguientes formatos:

ORDEN DE TRABAJO		SGI-CRM-M&E-007-ODT Rev.2 Fecha: 09/ 02/ 2,015	
Ciente:	Contrato: CONTRATO LLAVE EN MANO, INGENIERIA, SUMINISTROS Y CONSTRUCCION	Obra:	Página ____ de ____
OBRA:		FECHA:	
SOLICITADO POR:		AUTORIZADO POR:	
EQUIPO:		CODIGO:	EMPRESA USUARIA:
		HOROMETRO/KM:	
DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A EFECTUARSE:		FECHA DE ENT.	HORA
1.-		FECHA DE SAL.	HORA
2.-		CALIFIC. DE LOS TRABAJOS:	
3.-		Urgentes	
4.-		Imprescindibles	
5.-		Recomendables	
		Complementarios	
		Otros:	
TRABAJOS EFECTUADOS:		TRABAJADORES QUE INTERVINIERON EN EL TRABAJO	
		NOMBRES Y APELLIDOS	ESPECIALIDAD
		H-H	
1.-			
2.-			
3.-			
4.-			
5.-			
6.-			
7.-			
		EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS UTILIZADOS	H-M
1.-			
2.-			
3.-			
4.-			
5.-			
		MATERIALES Y/O CONSUMIBLES UTILIZADOS	CANT/UND.
1.-			
2.-			
3.-			
4.-			
5.-			
6.-			
7.-			
8.-			
9.-			
10.-			
ELABORADO POR:	AUTORIZADO POR:	RECIBIDO POR:	

Figura 6-1 Formato Orden de Trabajo.

PARTE DIARIO DE OPERADOR			SGI-CRM-M&E-004-POD Rev. 3 Fecha: 29/03/2012
Cliente:	Contrato:	Obra:	Página <u> </u> de <u> </u>
FECHA	TURNO	ÁREA	
NOMBRE DE OPERADOR		DNI	
Tipo de Máquina :	Kilometraje Inicio :	Tipo :	
Código de Equipo :	Kilometraje Final :	Horómetro :	
Placa / Serie :	Combustible :	Galónes :	
MÁQUINA PRENDIDA(+)		MÁQUINA APAGADA (-)	
Horometro Inicial 1 :	Total hrs. Horometro 1 :	Horas Stand by :	
Horometro Final 1 :	Total hrs. Trabajadas 1 :	Horas Reparacion :	
Horometro Inicial 2 :	Total hrs. Horometro 2 :	Horas Stand by :	
Horometro Final 2 :	Total hrs. Trabajadas 2 :	Horas Reparacion :	

	Centro de Costos	Descripcion del Trabajo Realizado	Horas
Htrab			
Hdesc			
HStb			
Hrep			
TOTAL DE HORAS DISTRIBUIDAS			

PRE-USE DE MÁQUINAS

PARA TODO EQUIPO <input type="checkbox"/> Sistema de direccion <input type="checkbox"/> Sistema de frenos <input type="checkbox"/> Alarma de retroceso <input type="checkbox"/> Cinturon de seguridad <input type="checkbox"/> Sistema hidraulico <input type="checkbox"/> Espejos <input type="checkbox"/> Llantas <input type="checkbox"/> Esparragos y tuercas <input type="checkbox"/> Circulina y/o baliza <input type="checkbox"/> Sistema de luces <input type="checkbox"/> Limpiaparabrisas <input type="checkbox"/> Aros y pestañas <input type="checkbox"/> Claxon <input type="checkbox"/> Panel de controles <input type="checkbox"/> Asientos <input type="checkbox"/> Extintor <input type="checkbox"/> Vidrios de ventanas <input type="checkbox"/> Suspension <input type="checkbox"/> Guardafangos <input type="checkbox"/> Calzas de seguridad <input type="checkbox"/> Estribos / Escaleras <input type="checkbox"/> Orden/limpieza/niveles	VOLQUETES <input type="checkbox"/> Frenos emergencia <input type="checkbox"/> Sistema de aire <input type="checkbox"/> Pin- seguro de tolva <input type="checkbox"/> Pin/piston de levante <input type="checkbox"/> Compuerta CAMION CISTERNA Y PLATAFORMAS <input type="checkbox"/> Frenos emergencia <input type="checkbox"/> Sistema de aire <input type="checkbox"/> Descarga a tierra <input type="checkbox"/> Valvulas <input type="checkbox"/> Tornamesa <input type="checkbox"/> Sistema de frenos <input type="checkbox"/> Acoples - sist. Frenos <input type="checkbox"/> Acoples - sist. Electrico <input type="checkbox"/> Escaleras y barandas <input type="checkbox"/> Gatos mec. De estacio. GRUAS <input type="checkbox"/> Plumas o brazos <input type="checkbox"/> Estabilizadores <input type="checkbox"/> Gancho de levante <input type="checkbox"/> Lengüeta <input type="checkbox"/> Valvulas seguridad <input type="checkbox"/> Diagrama de carga <input type="checkbox"/> Diagrama de señales	TRACTOR DE ORUGAS <input type="checkbox"/> Mandos finales <input type="checkbox"/> Botellas hidraulicas <input type="checkbox"/> Rueda guia, Sproket <input type="checkbox"/> Pines y bocinas <input type="checkbox"/> Cadenas y rodillos <input type="checkbox"/> Zapatas MOTONIVELADORAS <input type="checkbox"/> Sistema de frenos de emergencia <input type="checkbox"/> Sistema hidraulico tornameza/direccion <input type="checkbox"/> Articulacion de escarificador <input type="checkbox"/> Balancin de direccion CARGADOR FRONTAL <input type="checkbox"/> Sistemas de frenos de emergencias <input type="checkbox"/> Botellas hidraulicas <input type="checkbox"/> Cucharon y uñas <input type="checkbox"/> Pines y bocinas EXCAVADORAS / RETROEXCAVADORAS <input type="checkbox"/> Rueda guia, sprocket <input type="checkbox"/> Botellas hidraulicas <input type="checkbox"/> Mandos finales <input type="checkbox"/> Orugas y rodillos <input type="checkbox"/> Tornamesa <input type="checkbox"/> Pines de cucharon <input type="checkbox"/> Cadenas y zapatas	RODILLOS COMPACTADORES <input type="checkbox"/> Rola <input type="checkbox"/> Limpiadores de rola BUSES Y CAMIONETAS <input type="checkbox"/> Compresora - sistema de aire <input type="checkbox"/> Sistema de freno de emergencia <input type="checkbox"/> Pertigas <input type="checkbox"/> Radio de comunicacion NIVELES <input type="checkbox"/> Refrigerante <input type="checkbox"/> Aceite de motor <input type="checkbox"/> Aceite hidráulico <input type="checkbox"/> Aceite transmisión <input type="checkbox"/> Combustible TAREAS <input type="checkbox"/> Drenaje agua y sedimentos <input type="checkbox"/> tanque de combustible <input type="checkbox"/> Drenaje agua de tanques de aire <input type="checkbox"/> Verificar indicador de restricción de filtro aire <input type="checkbox"/> Ajuste bornes baterías <input type="checkbox"/> Tension de fajas <input type="checkbox"/> Indicadores e instrumentos del tablero
---	---	--	--

MARCAR CON UNA X EN CASO SE NECESITE LA INTERVENCION MECANICA
 ** ESTOS PUNTOS DEBEN ESTAR OPERATIVOS 100 %

OBSERVACIONES MECÁNICAS ADICIONALES

FIRMA Y NOMBRE DE OPERADOR

FIRMA Y NOMBRE DE CAPATAZ

FIRMA Y NOMBRE DE INGENIERO

PARA SER LLENADO SÓLO POR EL MECÁNICO

PUEDE OPERAR NO PUEDE OPERAR

PUEDE OPERAR CON RESTRICCIONES

PARALIZACIONES

HR INICIO	HR FINAL	TOTAL HORAS	DESCRIPCION DE PARALIZACIÓN	CÓDIGO DE REP.
TOTAL DE HORAS DE REP.				

FIRMA Y NOMBRE DEL MECANICO

Nota: El pre-uso de máquina debe ser llenado al iniciar la jornada de trabajo y la tercera copia entregar de inmediato al personal de mantenimiento. Al final de la jornada se completará la información del Reporte Diario de Operador y la primera copia se entregará al Supervisor, quien a su vez completará la información de las horas trabajadas por partida y verificará la información, dando su VºBº. Las Paralizaciones deberá ser llenado y firmado por el jefe o supervisor del taller. La segunda copia deberá mantenerla el operador en la máquina para fines de control propio y de supervisión.

Figura 6-4 Formato de parte diario del operador.

6.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO

6.2.1. Antecedentes

El taller de mantenimiento de la unidad minera Ticlio tiene las condiciones para realizar los trabajos de mantenimiento de los equipos de maquinaria pesada, pero con deficiencias en cuanto a señalización, distribución de ambientes de la infraestructura para realizar los trabajos de mantenimiento eficientemente.

Por el lado del personal técnico no cuenta con una cultura de orden y limpieza en el trabajo, por lo que se puede observar desorden durante la ejecución de trabajos en el taller de mantenimiento.



Figura 6-5 Taller de mantenimiento UM Ticlio.

6.2.2. Propuesta

Se propone la implantación de la metodología 5S. Esta metodología es la herramienta básica para llegar a conseguir un mantenimiento de calidad persiguiendo la mejora a partir de sus 5 acciones correctoras, para que todo el personal tanto de producción (Operador de equipos) como de mantenimiento pudiera aplicar esta metodología de trabajo en su entorno.

Mediante programas de capacitación se explicará el origen de las 5S, en que consiste cada S y como su aplicación es la base de cualquier proceso productivo eficiente.

Esta metodología se desarrolla en 5 pasos:

- SEIRI (Clasificar o Eliminar).
- SEITON (Orden).
- SEISO (Limpiar).
- SEIKETSU (Estandarizar).
- SHEITSUKE (Disciplina).

Con la parte teórica impartida al personal de mantenimiento el primer paso necesario llevado a cabo en el taller de mantenimiento será hacer responsable a cada persona del taller en su totalidad haciéndose responsable de su área de trabajo, las herramientas de trabajo y los EPI (Elementos de protección individual). Con esta metodología el equipo de producción de la unidad minera Ticlio evolucionará en paralelo al departamento de mantenimiento.

Para iniciar el proceso de implementación se dará soporte diario a los operarios, el plan consiste en identificar los malos hábitos dentro del taller de mantenimiento mediante la definición de las 5S para gestionar los recursos necesarios que nos servirá durante la implementación.

El control y las mejoras que se están llevando a cabo con las 5S, al igual que en la S que nos encontramos se lleva a cabo mediante una sección del panel de control dedicada a ello.

- SEIRI (Clasificar o Eliminar)

La primera "S" se refiere a eliminar de la sección de trabajo todo aquello que no sea necesario. Este paso de orden es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas, además también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

Se realizará una mejor distribución de las áreas del taller de mantenimiento y se gestionará la adquisición de equipos y herramientas para la correcta ejecución de los mantenimientos.

- SEITON (Orden)

La segunda "S" se enfoca a sistemas de almacenamiento eficiente y efectivo. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

Mediante las siguientes cuestiones estableceremos esta segunda S

¿Qué necesito para hacer mi trabajo?

- Ordenar adecuadamente solo las herramientas necesarias para la ejecución del mantenimiento de los equipos.
- En el taller de mantenimiento se pintarán las líneas de señalización para identificación de accesos peatonales y área de reparación de equipos
- Se colocarán señalizaciones de las zonas de trabajo con carteles de identificación.

¿Dónde lo necesito tener?

- Marcar los lineamientos a seguir para clasificar las herramientas de trabajo personales y grupales, deben ser codificadas, además, habilitar estanterías para ubicarlas y distribuirlas adecuadamente.

¿Cuántas piezas de ello necesito?

- Identificar las herramientas necesarias para la ejecución de mantenimiento.

- SEISO (Limpiar)

Una vez que se elimine la cantidad de materiales inservibles y localizado lo que sí se necesita, se estará en condiciones de realizar una buena limpieza del taller de mantenimiento. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y de la comodidad alcanzada con esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un sentimiento de orgullo por lo limpia

y ordenada que tienen su taller de mantenimiento. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, durante el mantenimiento se darán cuenta de las fugas de aceite que presentan los equipos que son intervenidos.

Para poder mantener todo limpio se implantará un protocolo de limpieza. Semanalmente se limpian las herramientas de uso habitual, se crea un registro y se publicará en el panel informativo. Esta limpieza además de ser necesaria, es obligatoria. Para la limpieza del taller de mantenimiento se realizará un programa rotativo de limpieza de 2 técnicos quienes serán responsables de dejarlo limpio y ordenado.

- SEIKETSU (Estandarizar)

Al implementar las 5S, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas del personal de mantenimiento. Los trabajadores serán partícipes en el desarrollo de los estándares o normas ya que ellos son muy valiosas fuentes de información en lo que se refiere a su trabajo. Será necesario establecer un formato de auditoría de orden y limpieza del taller de mantenimiento.

- SHEITSUKE (Disciplina)

El jefe de mantenimiento será quien lidere una vez implementado la metodología, mostrando el ejemplo y será firme en el cumplimiento de los pasos anteriores. La resistencia al cambio que tiene cada tipo de persona hace complicada la ejecución de esta "S".

Se deberá concientizar diariamente la ejecución de cada paso, para no perder lo ya conseguido, esto mantendrá al personal con buenos ánimos en el trabajo.

6.3. ESTUDIO DE LAS OPERACIONES CORRECTIVAS MÁS REPRESENTATIVAS PARA HACER EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN LOS EQUIPOS

6.3.1. Antecedentes

En el departamento de mantenimiento de la unidad minera Ticlio se registran los mantenimientos correctivos en los cuadernos de apuntes de información de los trabajos realizados en el taller de mantenimiento y en los frentes de trabajo donde se tiene personal técnico perenne para la intervención del equipo en cuanto se presente cualquier anomalía.

Debido al reducido personal de gestión de información (planificador) no se logra ingresar esta información a una hoja de datos, por lo que no se puede realizar una evaluación con respecto a los correctivos más representativos de los equipos.

El esquema representa el proceso actual que se sigue para la ejecución de mantenimiento.

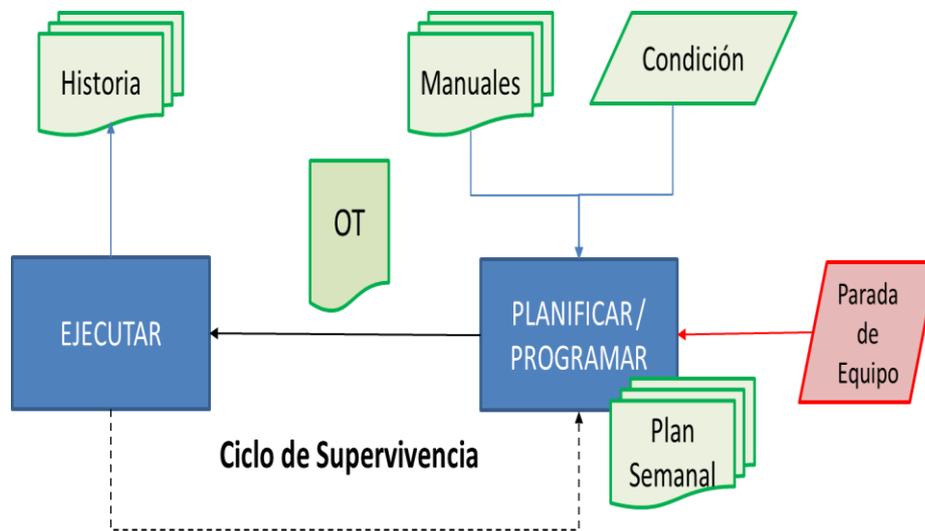


Figura 6-6 Esquema del proceso de ejecución para el mantenimiento correctivo.

6.3.2. Propuesta

Para determinar las operativas de diagnóstico en correctivo y determinar las más representativas se analiza a partir del diagrama de Pareto o distribución ABC.

En primer lugar, se debe conocer las incidencias más importantes que se producen en los equipos de maquinaria pesada de bajo perfil por familias. Estas incidencias se reportarán al departamento de tres maneras diferentes:

- Check list de operación por parte de los operadores.
- Incidencias que reportan el operador cuando retira el equipo después de los mantenimientos.
- Intervenciones del técnico mecánico durante las operaciones de los equipos.

Todas las anomalías e incidencias se registrarán en el SAP PM, del total de las incidencias que se producen durante todo el mes, se extraerán las 30 más destacadas y que tienen mayor repetitividad.

A continuación, para obtener el gráfico ABC hemos de ordenar las incidencias y operaciones en orden ascendente. Calculamos el porcentaje de averías respecto al total de éstas. Seguidamente calculamos el acumulado de las averías y así podremos representar el gráfico de Pareto.

De la evaluación se podrá observar que muchas de las incidencias pertenecen a un sistema en conjunto, lo que nos llevara a agrupar las incidencias comunes en un mismo sistema, y por tanto las agrupamos para trabajar de manera más precisa y conjunta.

También incluiremos en los diferentes grupos, las acciones que nos ayuden a evitar averías de componentes de otros sistemas.

Con esto se podrá tomar las mejores decisiones en cuanto a la causa raíz del problema, además ayudará al cálculo del stock de almacén.

6.4. ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y CALIDAD DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

6.4.1. Antecedentes

De la misma forma indicada en el apartado anterior no se tiene un estudio de los tiempos y calidad de la ejecución del mantenimiento, ya se había mencionado anteriormente que no se tenía una clasificación de órdenes de trabajo por lo que no se tiene una distribución de las horas hombre ejecutadas en cada trabajo realizado a los equipos de maquinaria pesada, por otro lado los tiempos considerados para realizar la programación del mantenimiento preventivo se realiza mediante lineamientos establecidos en los manuales de operación y mantenimiento de cada equipo los que indica los proveedores de cada marca

En cuanto a la calidad de la ejecución del mantenimiento, se ha tenido eventos en los cuales los equipos que habían salido del taller de mantenimiento a sus respectivas labores de operación, han presentado fallas después de pocas horas en operación, a pesar de que se habían realizado pruebas de funcionamiento después del mantenimiento realizado. Esto demostró que las condiciones de trabajo en operaciones (Túnel) son muy extremas dando a entender que se tiene que ser más minucioso en los trabajos realizados durante el mantenimiento en el taller de mantenimiento y realizar las pruebas en el frente de trabajo asignado.

6.4.2. Propuesta

Realizar un estudio de los tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo mediante el análisis de los datos históricos (Indicadores de desempeño) que se obtendrán con la mejora de la gestión de información, lo que se quiere conseguir con esta propuesta es:

- Mejor programación de los mantenimientos preventivos
- Disposición adecuada del personal.
- Corregir los tiempos en nuestra planificación teniendo como base los lineamientos indicados en los manuales de mantenimiento de los equipos.

Realizar un procedimiento de verificación de calidad en la ejecución del mantenimiento, para evitar las paradas por una mala ejecución de mantenimiento, se incluirán las fallas por repuestos defectuosos.

Se tendrá en cuenta un mejor control de los indicadores de gestión:

Los indicadores más usados en el departamento de mantenimiento de la industria moderna. Entre los seis primeros, encontramos cuatro que se refieren al análisis de la gestión de equipos, midiendo tiempos o porcentajes de tiempos, y dos asociados a la gestión de costos:

1. TMEF: Tiempo medio entre fallos (para elementos sustituidos).
2. Tmpr: Tiempo medio de los trabajos de reparación.
3. Tmpf: Tiempo medio para el fallo (para elemento reparados).
4. DISP: Disponibilidad de Equipos.
5. CMPT: Coste de Mantenimiento por Facturación.

6. CMRP: Coste de Mantenimiento acumulado frente al Valor de Reposición.

Existe la tendencia generalizada de medir variables puramente asociadas al desempeño de las tareas técnicas sin considerar los intereses generales. Pero la selección, de los indicadores es clave para la gestión del mantenimiento, es una tarea que debe ir asociada a la estrategia y objetivos de la organización y que permita tomar decisiones alineadas con ésta.

Se podrán adicionar indicadores de acuerdo a la necesidad y lo que se quiera medir, teniendo en consideración el número de indicadores que debemos manejar en los distintos niveles de responsabilidad y la jerarquía de estos.

Una vez desarrollado y bien adaptado los indicadores se planteará implementar técnicas de confiabilidad en los equipos de maquinaria pesada.

CAPITULO 7
PROPUESTAS DE MEJORA A LARGO PLAZO

7.1. MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

7.1.1. Antecedentes

En el departamento de mantenimiento de la unidad minera Ticlio la planificación del mantenimiento preventivo se realiza básicamente con los datos registrados en una hoja de cálculo Excel, en donde se ingresa las horas de funcionamiento de los equipos.

Para incluir trabajos pendientes de los equipos se recurre al cuaderno de eventos que se tiene en el área, así se complementa la programación de los mantenimientos preventivos correspondiente a los equipos.

Actualmente el departamento de mantenimiento se encuentra en una situación en la que los equipos presentan correctivos frecuentemente, lo que incrementa los costos en cuanto a recursos y paradas de los equipos

7.1.2. Propuesta

Para la mejora del plan de mantenimiento siempre nos basaremos en la información más confiable y veraz posible de la base de datos con que se cuente en el área.

Los pasos previos para realizar las mejoras en el plan de mantenimiento es realizar un análisis adecuado de las falencias que se tienen para la realización de este plan las cuales podrían ser:

- Historial de equipos sin información adecuada
- La jefatura de producción no autorizo la parada respectiva del equipo para su mantenimiento.
- Instrucciones mal definidas
- En ocasiones no se cuenta con stock de algunos repuestos

- Por la carga de trabajo referida a correctivos en ocasiones no se cuenta con personal suficiente.

Una vez realizado el análisis de estas falencias se actuará sobre ellas para mitigar y corregirlas definitivamente.

Otro punto muy importante para la mejora del plan de mantenimiento es trabajar en la eficiencia de las Ordenes de trabajo, ya que las órdenes de trabajo existentes estaban faltas de información para su correcta ejecución y planificación, no disponían de operativa de ejecución, no disponían de información sobre recursos técnicos, humanos ni tiempo previsto de ejecución.

Por último, modificaremos el formato de las ordenes de trabajo en donde se presentará una plantilla de llenado de la información sobre los trabajos realizados, recursos técnicos y humanos, aquí es donde podemos encontrar el Kaizen del plan de mantenimiento, es necesaria una alimentación diaria para que el sistema se retroalimente y genere históricos a partir de los cuales poder mejorar el plan.

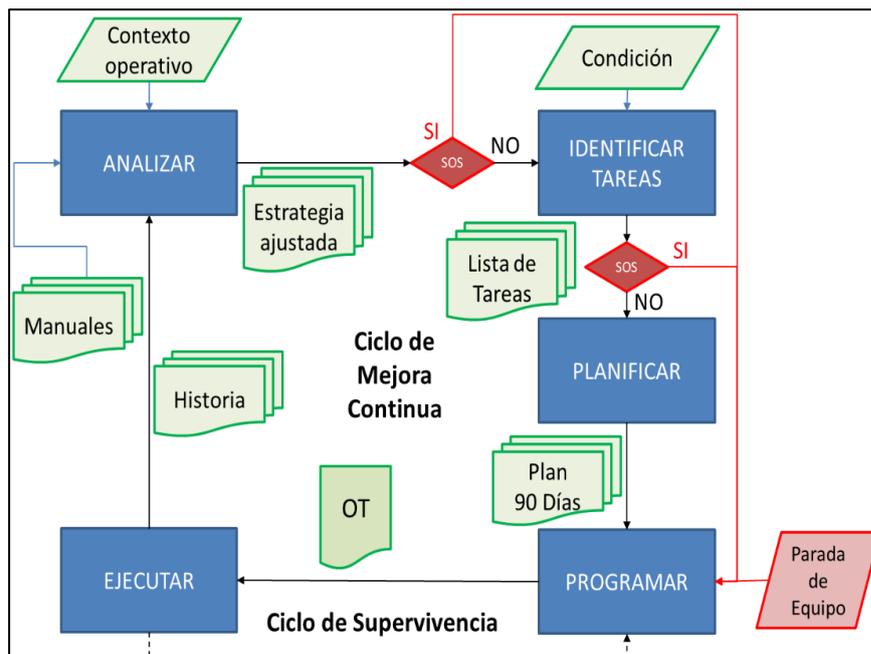


Figura 7-1 Propuesta del proceso de ejecución para el mantenimiento.

7.2. IMPLEMENTACIÓN DE MANUAL DE NORMAS Y POLÍTICAS DE TRABAJO EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

7.2.1. Antecedentes

La falta de una referencia para el seguimiento de labores de mantenimiento ha demostrado que genera pérdidas de tiempo innecesarias durante las labores de mantenimiento debido a que la jefatura del área quien fue recientemente contratado hace menos de 1 año, tiene una forma de trabajo de acuerdo a la experiencia acumulada por los años de trabajo en la gestión de mantenimiento, en el cual no establece normas, procedimientos y políticas de trabajo dentro del mantenimiento.

Por su parte el planificador también realiza su trabajo de acuerdo la experiencia que ha adquirido en sus anteriores trabajos.

7.2.2. Propuesta

La organización de mantenimiento necesita contar con normas, políticas y lineamientos claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempo, materiales y costos; saber qué acciones son necesarias para controlar adecuadamente el costo de mantenimiento y el tiempo de paro y, finalmente evaluar los resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado.

Estableceremos una base sólida de actuación para la adecuada identificación y aplicación de la Gestión de Mantenimiento dentro de la organización, su papel y tarea en función a la cadena de valor del negocio, de manera que se asegure y oriente adecuadamente los esfuerzos y recursos de la organización.

Estas normas y políticas serán de aplicación obligatoria a todos los colaboradores internos y externos que de forma directa e indirectamente están involucrados en los procesos de mantenimiento y con las actividades de inspección, mantenimiento y reparación de los activos y equipos de la empresa.

El procedimiento para la implementación de este manual se realizará con la colaboración de todo el personal de gestión del mantenimiento (jefes y planificadores de mantenimiento).

Se recopilará información que ya se tiene con base sólida, del día a día se ira recopilando información hasta lograr una manual lo suficientemente sostenible para impartirla en las diferentes unidades mineras en las que se encuentra como proyecto nuestra empresa AESA.

Establecer procedimientos de trabajo para operarios

Se realizará un procedimiento de las labores más eventuales y de mayor importancia con el fin de evitar demoras innecesarias buscando alcanzar una mayor eficiencia en las tareas de mantenimiento, el procedimiento siguiente es un ejemplo del cual debemos partir para luego con el tiempo contar con un conglomerado de procedimientos.

Se presenta seguidamente un procedimiento como modelo:

	PROCEDIMIENTO CAMBIO DE FILTRO DE AIRE				PO01
	EQUIPO	PLAN DE MANTTO	GAMA	SISTEMA	TIEMPO
SCOOPTRAM R1600H CATERPILLAR	200 Hrs	A	ADMISIÓN	30 min	1

1. OBJETIVO

Reducir el riesgo de incidentes y accidentes durante los trabajos de mantenimiento del vehículo, cambio de filtro de aire y dar cumplimiento con la misma.

2. ALCANCE

Se aplica a la actividad de mantenimiento de equipos, para el usuario quien realice el cambio de filtro de aire.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

EPI: Equipo de protección personal

Procedimiento: Documento que describe la manera específica de realizar una actividad, donde se puede identificar una secuencia de responsabilidades para desarrollar la actividad.

4. DOCUMENTOS APLICABLES

Manual de mantenimiento CATERPILLAR

5. RESPONSABLES

Jefe de Mantenimiento.

Responsable directo de la coordinación con el usuario/mecánico, para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo al procedimiento.

Operario

Responsable de cumplir con los procedimientos, utilizar el EPI correctamente.

6. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad
- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad
- Zapatos de seguridad

7. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

- No se necesita herramientas
- Filtro de aire

8. PROCEDIMIENTO:

- El operador debe estacionar el equipo en un lugar adecuado (taller) preferiblemente nivelado, además se debe contar con las herramientas necesarias.



- Apagar el equipo y colocar los tacos de seguridad.
- Subir por las escaleras al compartimento en donde se ubica el filtro del aire,

**¡Tenga Cuidado! Sujete la barra de apoyo en la zona cubierta de goma.
De esa forma no se quemará con el metal cuando el motor esté caliente.**

- Retirar los clips de sujeción.



- Retire la tapa de cuba de filtro de aire.



- Retire el filtro de aire primario con mucho cuidado sin que ingresen solidos a la cuba.



- Limpie la cuba del filtro con paño adecuado para este servicio.



- Sustituya el filtro de aire primario y secundario.



- Coloque la tapa en su lugar correspondiente y sujétela con los clips de sujeción.



- Para finalizar verifique que todo esté en su lugar, arranque el motor, si todo está conforme prosiga. Retírese del equipo para realizar las pruebas de arranque.

7.3. MEJORAS EN EL USO DEL GESTOR DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR “SAP”

7.3.1. Antecedentes

La empresa AESA cuenta con el software de planificación SAP para la gestión del mantenimiento esta potente herramienta de gestión está siendo mal utilizada en la unidad minera Ticlio.

Esto es debido a que el personal que ingresa en el puesto de planificador de mantenimiento, puede tener desde poco a mucha experiencia en el SAP, por lo que en muchas ocasiones por la falta de conocimiento no gestiona adecuadamente la información que se necesita para el plan de mantenimiento.

En el Perú no se cuenta con una entidad educativa que pueda brindar capacitación a personas dedicadas a la planificación de mantenimiento sobre el desarrollo del SAP u

otros Software de mantenimiento, por lo que en muchas ocasiones las empresas contratan a personal sin conocimiento del SAP.

7.3.2. Propuesta

Realizar un programa de entrenamiento para mejorar el uso del gestor de mantenimiento asistido por ordenador SAP.

Este programa tendrá que ser muy estructurado y con las horas suficientes para lograr el entrenamiento adecuado en los planificadores de mantenimiento.

El entrenamiento de planificadores se deberá realizar en dos casos:

a) Planificadores vigentes en la empresa

En este caso se brindará entrenamiento a los planificadores con los que cuenta actualmente la empresa, absolviendo dudas y cerrando brechas que se tenían anterior al entrenamiento. Con esto se podrá tener la confianza de que se contará con información eficaz para la gestión de información de activos a nivel general de empresa

b) Planificador nuevo con y sin experiencia en el uso del SAP

En este caso ante incertidumbre de que el personal nuevo cuente eficazmente con los conocimientos en el uso del SAP. Se brindará entrenamiento a los planificadores nuevos con y sin experiencia, asegurándonos así de que la información que se va ingresar posteriormente cada planificador en el proyecto minero al cual ha sido asignado.

Con este programa de entrenamiento se busca optimizar la gestión de información de todas las unidades mineras consideradas como proyectos de la empresa AESA.

7.4. IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

7.4.1. Antecedentes

Si bien es cierto que la empresa AESA en la unidad minera Ticlio cuenta con Check list de equipos, no se tiene además de ello técnicas de predicción que ayuden a la prevención de fallas de los equipos.

Recientemente se estaba iniciando con la implementación del análisis de aceite de los equipos, anterior a esto nunca se había contado con información del estado de los aceites que tiene los equipos de maquinaria pesada.

7.4.2. Propuesta

Implementar técnicas de mantenimiento predictivo en el departamento de la unidad minera Ticlio de acorde a las necesidades de los equipos con los que se cuenta.

Como primer paso se tiene que fortalecer las inspecciones que se realizan diariamente en los equipos, esto debe ser realizado por el operador y el técnico mecánico

A) Del mismo modo se deberá gestionar las técnicas predictivas en los mantenimientos preventivos ya sea con el personal propio o **con empresas externas**.

Los pasos en que se basa el programa de mantenimiento predictivo se pueden explicar de la siguiente forma. Este programa sigue una secuencia lógica desde que se detecta un problema, se estudia, se encuentra la causa, y finalmente se decide la posibilidad de corregirlo en el momento oportuno con la máxima eficiencia. Los pasos de que consta son tres; detección (reconocimiento del problema), análisis (localización de la causa del problema), corrección (encontrar el momento y forma de solucionar el problema).

Las técnicas predictivas a adoptar son:

A.1. ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL ACEITE

Para las personas, hacernos un test rutinario de sangre para comprobar el nivel de colesterol es algo habitual. De igual forma, el análisis del aceite de un motor diésel nos puede ayudar bastante a determinar su nivel de rendimiento.

Al mismo tiempo es también una buena oportunidad para analizar las impurezas y la cantidad que está presente en el aceite. Ejemplo, cuando el motor es nuevo y está correctamente configurado, este test debería mostrar un nivel estándar de impurezas producto del desgaste, así que, desde el principio, realizaremos análisis del aceite que nos servirá para tener controlado el rendimiento del motor durante su vida útil, de igual forma que nosotros, las personas, vamos al médico con regularidad para velar por nuestra salud. Estos test rutinarios detectaran anomalías en el funcionamiento del motor y prevenir una avería más grave.

Se implementará el análisis de aceite en principio mediante una empresa especializada, la cual tendría que realizar las siguientes mediciones:

- Viscosidad a 40 y 100°C
- TBN
- TAN
- Punto de inflamación
- Análisis para la determinación de desgaste de componentes del motor (Espectrometría, Ferrografía, Contaje de partículas, microscopía y colectores magnéticos).

Todas estas mediciones deberán ser evaluadas e interpretadas por personal capacitado para atender oportunamente una anomalía, reduciendo de esta manera posibles fallos futuros.

Se deberán tomar muestras de todos los compartimentos que se consideren fluidos del equipo (Motor diésel, Sistema hidráulico, diferenciales, mandos finales).

En el análisis de aceite se tienen en cuenta tres factores:

- Degradación: Variación de sus propiedades físico-químicas.
- Contaminación: Presencia de materias ajenas. (Interna: Agua, combustible, productos de oxidación, etc. y externa: Silicio, restos de fabricación, reparación, limpieza, etc
- Desgaste del motor: Presencia de metales

B. Se implementarán las siguientes técnicas de taller para un primer análisis rápido del aceite:

B.1. Ensayo de la mancha de aceite en los motores diésel

El análisis de aceite no está implementado dentro del área de mantenimiento por lo que la única forma de saber si pasa algo en el aceite de los motores diésel en los equipos de maquinaria pesada de la empresa AESA es en los cambios de aceite y filtro, visualizando el aceite usado en el recipiente, lo cual no ayuda mucho pues por el color que tiene el aceite no se puede alcanzar a diagnosticar alguna anomalía.

Se ha intentado realizar inspecciones en los filtros de aceite, siendo fallido el intento debido a que no se cuenta con técnicos especializados.

Se propone implementar el ensayo de la mancha de aceite, ya que con esta técnica se puede determinar ciertos parámetros de degradación que el aceite pudiese presentar durante su funcionamiento en el motor.

Por ejemplo:

DETERGENCIA: mide la capacidad del aceite para evitar la formación de depósitos y la dispersión de los lodos húmedos.

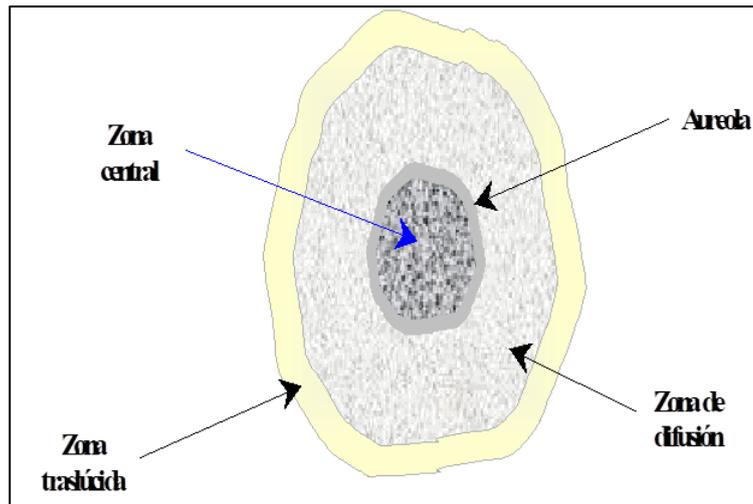


Figura 7-2 Partes de la mancha de aceite.

- Zona central: caracteriza la cantidad de materia carbonosa contenida en el aceite.
- La Aureola indica con su grosor y coloración el contenido de partículas gruesas carbonosas o de contaminantes
- Zona intermedia o de difusión es la característica de la dispersión del carbón en el aceite y por tanto de su poder detergente
- Zona exterior, desprovista de materia carbonosa da idea del grado de oxidación del aceite, normalmente debe ser translúcida y sin coloración alguna.

B.2. Método de la rampa para medida rápida de Viscosidad

Este ensayo es para conocer la variación de la viscosidad entre un aceite nuevo y uno usado, en la cual se compara la velocidad de flujo entre ambos aceites.

Si la viscosidad del aceite usado ha aumentado respecto al nuevo, este deslizará más lentamente por la rampa, dándose el caso contrario cuando la viscosidad del aceite sea menor.

Para este tipo de ensayo actualmente se tienen equipos automatizados. Las medidas usualmente se realizan a temperaturas de referencia de 40 y 100 °C que son utilizadas en el cálculo del índice de viscosidad.



Figura 7-3 Medición cualitativa de la viscosidad por el método rampa.

Los posibles problemas que puede sufrir un sistema lubricado genérico debido a una incorrecta situación de la viscosidad:

Si el valor de viscosidad es excesivamente alto:

- Generación de calor, mayor oxidación del aceite y formación de lodos.
- Cavitación.
- Flujo inadecuado a las zonas de lubricación.
- Batido del aceite en cojinetes

Si el valor es excesivamente bajo:

- Pérdida de película de aceite, lubricación límite, fricción.
- Pérdida de energía, generación de calor y oxidación.
- Fugas internas y externas del lubricante.
- Fallo de la película del lubricante en condiciones severas.

B.3. Constante dieléctrica del aceite

Es la capacidad de un medio para conducir la electricidad, comparada con la de vacío. En un aceite usado, su valor depende del aceite base, de los aditivos y varía durante el uso debido a la degradación y contaminación del aceite. La variación se debe a que a causa del uso se forman compuestos como peróxidos, ácidos, etc. que polarizan las moléculas del aceite aumentando el valor de la constante dieléctrica. Los elementos contaminantes como el agua, metales, etc. también producen un incremento en el valor de la constante dieléctrica.



Figura 7-4 Lubrisensor para medir la conductividad eléctrica del aceite.

B.4. Ensayo de crepitación

El método de crepitación en plancha caliente, indicativo de presencia de agua en cantidades superiores a 0.05%. La intensidad del chisporroteo obtenido es indicativa de la cantidad de agua contaminante. Evidentemente este método no se puede utilizar en aplicaciones donde la mínima cantidad de presencia de agua pueda ser peligrosa para el funcionamiento de la máquina (como podrían ser los aceites dieléctricos empleados en un transformador en baño) pero sí que sirve para realizar un control rápido y simple de presencia de cantidades significativas de agua, sirviendo como un control pasa no pasa.

C. ANÁLISIS DE VIBRACIONES

Los equipos mineros con los que cuenta la empresa AESA presentan dentro de su configuración operativa equipos rotativos, como: compresores, motores eléctricos, carrete de cable de alimentación, etc.

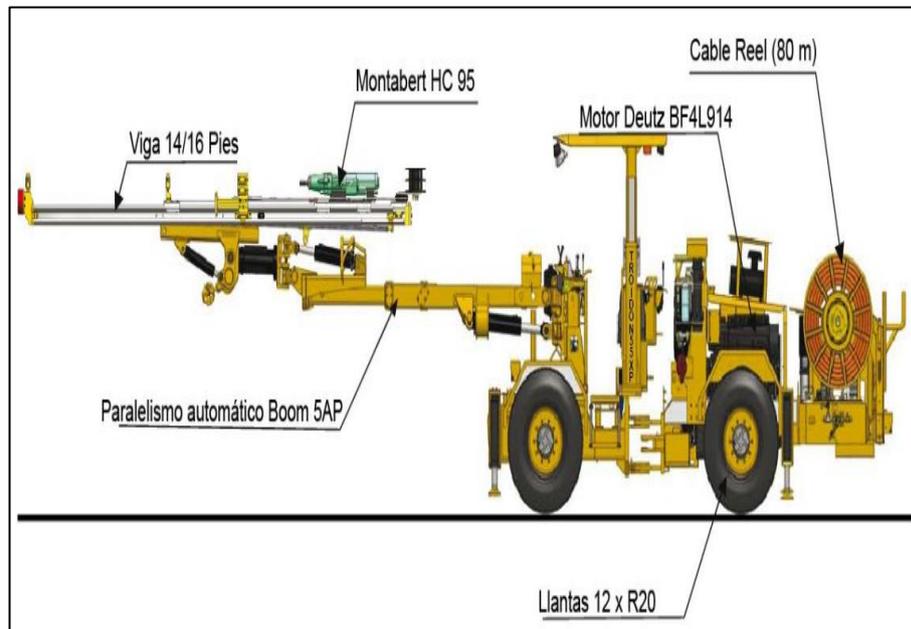


Figura 7-5 Equipo de perforación de túnel Jumbo TROIDON 55XP Marca RESEMIN.

SISTEMA DE CONTROL HIDRÁULICO		SISTEMA ELÉCTRICO	
• Válvula de control directo	Parker KA-18	• Motor Eléctrico	ABB - 75kW / 100 HP
• Bomba de percusión (presión compensada)	Rexroth A10VO100 Parker PGP620	• Voltaje	380 - 440 - 550 - 690 -1000 VAC
• Bomba triple	180 bar	• Frecuencia	50 - 60 Hz
• Presión de trabajo	140 l	• Arranque	Estrella - Triángulo
• Tanque de aceite hidráulico	Parker, 20µ	• Opción a 1000 VAC	Arranque directo
• Filtro hidráulico de retorno	Parker, 10µ	• Protección contra sobrecarga y falla a tierra	Schneider, Modulo VIGI
• Filtro hidráulico de alta		• Horómetro de percusión	En el tablero de control
• Indicador de saturación del filtro hidráulico	Parker	• Indicador de secuencia de fase	Siemens
• Indicador de bajo nivel de aceite	Hydac	• Cargador de batería	32 VAC, 300W, 13A
• Indicador de temperatura de aceite	Hydac	• Transformador principal	3,5 kVA
		• Luces de trabajo	2X, LED N44, 50W, 6700 lm, 24 V
		• Carrete de cable eléctrico	90 m
		• Cable eléctrico	3X1/0 - AWG (50mm)
		• Tablero eléctrico	Grado de protección IP 55
SISTEMA DE AGUA Y AIRE			
• Compresor	LE7-10UV		
• Capacidad máxima	28 CFM		
• Presión de trabajo	10 Bar		
• Bomba de agua motor hidráulico	Grundfoss, CR5 - 9		
• Caudal máximo a 8 bar	6.9 m³/h		
• Presión mínimo de ingreso	2 Bar		
• Enfriador tubular Bowman	FG-120, 48.6 GPM, 20 bar		
• Tanque de aire	60 l		

Figura 7-6 Características técnicas del Jumbo TROIDON 55 XP Marca RESEMIN.

Generalmente, la causa de la vibración reside en problemas mecánicos como son: desequilibrio de elementos rotativos; desalineación en acoplamientos; engranajes con desgaste o dañados; rodamientos deteriorados; fuerzas aerodinámicas o hidráulicas, y problemas eléctricos.

Estas causas como se puede suponer son fuerzas que cambian de dirección o de intensidad, estas fuerzas son debidas al movimiento rotativo de las piezas de la máquina, aunque cada uno de los problemas se detecta estudiando las características de vibración.

Las características más importantes son: frecuencia, desplazamiento, velocidad, aceleración, energía de impulsos.

La esencia del estudio de vibraciones es realizar el análisis de las mismas. El análisis de datos consta de dos etapas: adquisición e interpretación de los datos obtenidos al medir la vibración de la máquina. El fin a alcanzar es determinar las condiciones mecánicas del equipo y detectar posibles fallos específicos, mecánicos o funcionales.

D. CONTROL DE NEUMÁTICOS Y ELEMENTOS DE DESGASTE

En la unidad minera Ticlio el control de los neumáticos se realiza actualmente mediante inspecciones semanales, sin embargo, no se realiza con la eficacia requerida ya que se ha podido constatar que los neumáticos son de una sola vida útil, sabemos que en la actualidad existen técnicas de reencauchado lo que prolonga la vida útil de los neumáticos esto significaría un ahorro considerable en los costos de mantenimiento de los equipos.

Un ejemplo del coste de un neumático es; el neumático Goodyear 18.00x25 IND5S ELV-5D 4S que tiene un valor de \$ 2800 dólares, por lo que se tiene que tener una alta consideración respecto a este repuesto.



Figura 7-7 Neumático de un cargador frontal de bajo perfil (scooptram)

Del mismo modo los elementos de desgaste son repuestos con costes elevados tales como, los elementos de corte en el cargador frontal de bajo perfil son repuestos (Cuchillas, Cantoneras, etc) de alta rotación.



Figura 7-8 Elementos de corte de una cuchara de un cargador de bajo perfil (scooptram).

En cuanto a las perforadoras los elementos internos son los que tienen un alto valor de adquisición estos repuestos son: driver, cilindros, pistón, etc.



Figura 7-9 Perforadora del Jumbo.



Figura 7-10 Driver de perforadora del Jumbo.

Se fijará lineamientos para el control exhaustivo de estos componentes ya que nos llevara a un análisis de causa raíz que generan el deterioro de los neumáticos y elementos de desgaste.

CAPITULO 8
CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

8.1. CONCLUSIONES

Con la aplicación de las mejoras adaptadas a la gestión de mantenimiento actual de la empresa AESA en la unidad minera Ticlio, se espera conseguir un mayor orden y control del departamento desde el punto de vista operacional y así mismo una aplicación más eficaz del nuevo plan de mantenimiento.

Las mejoras de capacitación al personal serán las primeras en implementar, ya que será de vital importancia contar con información detallada y eficiente para la gestión adecuada del mantenimiento, con estos datos lograremos observar la situación de la empresa en cuanto a números posibles de evaluar.

La implementación de la metodología 5S será el punto de partida iniciar el cambio, las propuestas realizadas serán mas factibles si se cuenta con una nueva cultura de mantenimiento. Además, será muy importante convencer a la gerencia para desarrollar las propuestas con la debida responsabilidad y el tiempo adecuado.

Las mejoras se deben hacer extensivas a todas las áreas de la empresa para así cambiar el pensamiento de “mantenimiento es un gasto para la empresa”, con la información conseguida podremos demostrar que con un mantenimiento adecuado y bien ejecutado los equipos serán confiables, esto logrará cerrar las brechas que tiene Mantenimiento con el área de producción, generando confianza entre ellos.

En definitiva, las propuestas planteadas en este informe deberán ser evaluadas por la jefatura de mantenimiento de la empresa AESA, durante la implementación se deberá realizar con la mayor responsabilidad y disciplina. Esperamos conseguir las mejores decisiones para alcanzar una gestión de mantenimiento de clase mundial.

8.2. DESARROLLOS FUTUROS

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros.

Es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos.

Una de las técnicas que se está incrementando en la industria es el análisis de ruido.

8.2.1. Diagnóstico mediante el análisis de ruido

El diagnóstico utilizando el ruido emitido se usa en rodamientos, engranajes y equipos rotativos, para detección de fallos en estos componentes. Hay evidencias de que la fricción metal-metal origina vibraciones de alta frecuencia, que a su vez se traducen en una emisión sonora.

El resultado de STFT que se muestra en la figura aclara que la señal de chirrido consiste principalmente en componentes de frecuencia de 7.58 KHz y 11.37 KHz. Fuente: la identificación característica del chirrido del freno de disco basado en la descomposición de modo empírico conjunto. Yao Liang; Hiroshi Yamaura

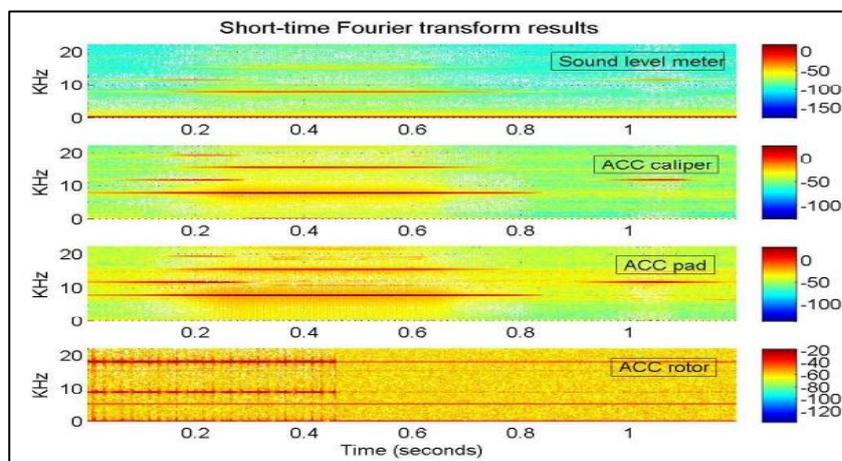


Figura 8-1 Espectrograma del ruido de un disco de freno.

Hay muchos artículos en la literatura que informan sobre la idoneidad de las señales de vibración para aplicaciones de diagnóstico de fallas; sin embargo, el transductor utilizado para las señales de vibración (acelerómetros) es costoso. Esto evita que las industrias de pequeña escala y los equipos de bajo costo utilicen herramientas de diagnóstico en el terreno de la asequibilidad. Por otro lado, los transductores utilizados para adquirir señales de sonido tienen un costo relativamente bajo y/o son asequibles. Por lo tanto, existe la necesidad de estudiar el uso de la señal de sonido para aplicaciones de diagnóstico de fallas.

Fuente: Explotación de señales de sonido para el diagnóstico de fallas de rodamientos utilizando el árbol de decisión. M. Amarnatha; V. Sugumaran; H. Kumarc.

Para el desarrollo de esta técnica de mantenimiento predictivo tomaremos datos de uno de los equipos de la empresa.

Descripción de la máquina.

La máquina es un Jumbo ATLAS COPCO, un equipo para perforación de minería subterránea. El sistema de perforación del jumbo está compuesto por un conjunto de martillos perforadores montados sobre brazos articulados de accionamiento hidráulico para la ejecución de los trabajos de perforación por el frente.

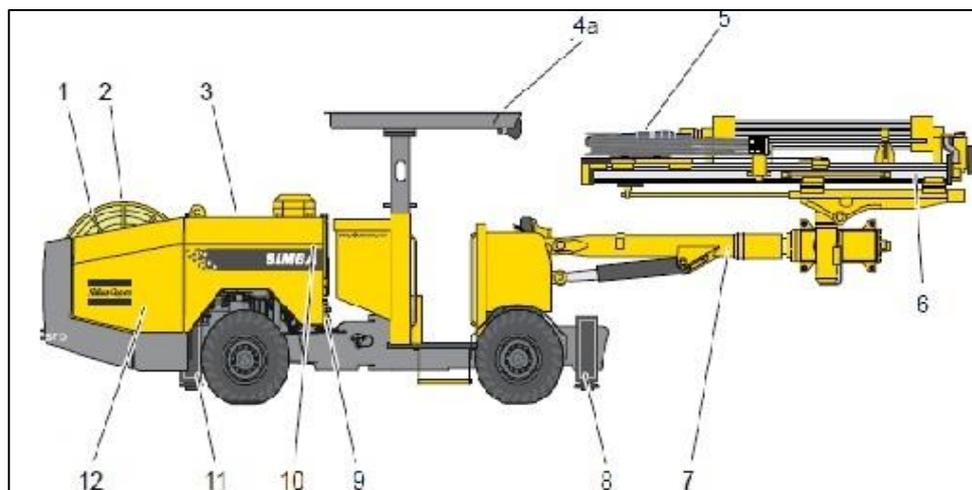


Figura 8-2 Jumbo perforador de bajo perfil.

Componentes principales del equipo perforador:

- Tambor de cable
- Tambor de manguera
- Motor diésel
- Techo de protección
- Cabina
- Perforadora
- Dispositivo de avance
- Patas de apoyo delantera
- Bomba hidráulica
- Depósito de aceite hidráulico.
- Patas de apoyo traseros
- Armario eléctrico

Descripción de la perforadora y su entorno:

Modelo: BOOMER S1D.

- 01 perforadora hidráulica.
- Modelo: COP1838.
- Potencia de perforadora 18kW

La función de la perforadora es penetrar la roca con el menor tiempo posible reiteradas veces hasta completar el diagrama de disparo el cual será cargado y posteriormente tronado, para realizar esta tarea se dispone de una serie de dispositivos los cuales deben facilitar la perforación, estos sistemas son:

Percusión, rotación, amortiguación, lubricación, barrido, avance

El eje de salida de la caja de engranajes gira a 250 rpm

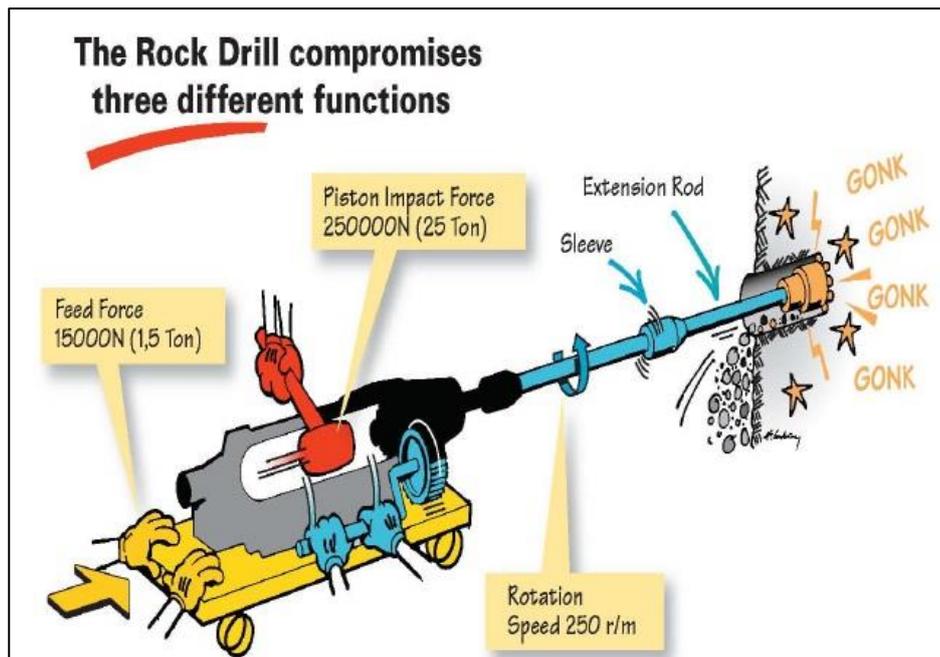


Figura 8-3 Funciones de la perforadora de un Jumbo perforador de bajo perfil.

La perforadora consta de un motor hidráulico, caja de engranajes, pistón de percusión, además tiene rodamiento de rodillos en el interior de cada eje, pero se desconocen sus características.

El ambiente de trabajo de la perforadora es muy agreste es por ello que se suele perder muchos componentes internos de la perforadora, posiblemente por rotura de los sellos y la contaminación del aceite.

Por ello esta técnica en conjunto con el análisis de aceite ayudaría reducir los costos en cuanto a repuestos, mano de obra, horas máquina y otros que afectan en la disponibilidad del equipo.



Figura 8-4 Componentes internos dañados de perforadora.

- Ventajas del método:

Procedimiento fácilmente automatizable con monitorizado in-situ, algoritmo sencillo, rápido y fiable.

El código se puede implementar en microordenadores con pocos recursos.

- Desventajas del método:

El principal inconveniente en el monitoreo del ruido es que tiene un uso limitado a la condición del rodamiento, no permite detectar desbalanceo, desalineaciones, condiciones anormales generadas por esfuerzos externos. Dependencia del entorno: en presencia de otras máquinas se puede ver que ocasiona falsos positivos, se tendrá que estudiar el caso con más detenimiento y realizar muchas pruebas.

Implementación

La implementación de este diagnóstico en perforadoras haciendo un análisis más exhaustivo en la detección de fallos en la caja de engranajes, se recomienda realizar este diagnóstico en un ambiente libre de ruidos contaminantes.

Implementación del proceso de grabación, post-procesado en un ordenador de bajo coste con monitorización a distancia.

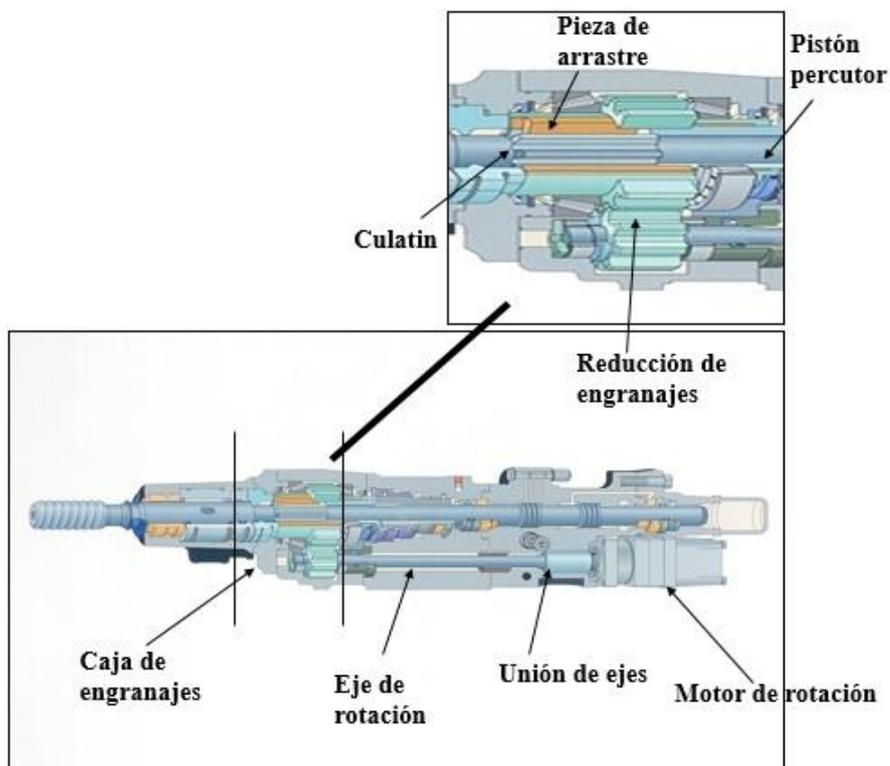


Figura 8-5 Componentes internos de perforadora.

Los sistemas automáticos de diagnóstico de fallas brindan mayor seguridad en la vigilancia de infraestructuras estratégicas, tales como subestaciones eléctricas y escenarios industriales, reducen el tiempo de inactividad de las máquinas, disminuyen los costos de mantenimiento y evitan accidentes que pueden tener consecuencias devastadoras. Los

sistemas automáticos de diagnóstico de fallas incluyen adquisición de señales, procesamiento de señales, soporte de decisiones y diagnóstico de fallas. Existen documentos que incluyen bibliografía completa de más de 100 referencias seleccionadas que pueden ser utilizadas por los investigadores que trabajan en este campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fundamentos de Ingeniería del Mantenimiento; Vicente Macián, Bernardo Tormos, Pablo Olmeda.
2. Mantenimiento de motores Diesel; Jorge Peidro, Bernardo Tormos, Vicente Macián, Pablo Olmeda
3. Revisión de los sistemas de diagnóstico automático de fallas mediante señales de audio y vibración. Patricia Henríquez; Jesus B. Alonso; Miguel A. Ferrer; Carlos M. Travieso.
4. Normas UNE – EN 15341 2008
5. Memoria Descriptiva AESA Infraestructura y Minería.