

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS



**“Propuesta de Mejora para la Gestión de las
actividades de Lubricación en Planta Concentradora de
Minera Chinalco Perú SA, 2023”**

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Administración de Negocios

Autor:

Bach. Guillén Portugal, Fernando José

Docente Guía:

Mtro. Leo Rossi, Ernesto Alessandro

TACNA – PERÚ

2023

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo
son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

ÍNDICE

ÍNDICE	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO	13
1.1 Título: “Propuesta de Mejora para la Gestión de las actividades de Lubricación en Planta Concentradora de Minera Chinalco Perú SA, 2023”	13
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.3 Objetivos de la investigación	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Metodología.....	18
1.5. Justificación	22
1.6. Principales definiciones.....	24
1.7. Alcances y limitaciones	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
2.1. Bases teóricas de las variables y/o tópicos	28
2.1.1 Tribología de lubricación	28
2.1.2 Lubricación.....	28

2.1.3 Tipos de lubricantes	31
2.1.4 Control de la contaminación.....	35
2.1.5 Programa de lubricación	38
2.1.6 Fallas en un programa de lubricación	41
2.1.7 Auditoria de la gestión de la lubricación.....	42
2.2. Análisis comparativo de las bases teóricas	43
2.3. Análisis crítico de las bases teóricas	45
CAPÍTULO III: MARCO REFERENCIAL	49
3.1. Reseña histórica.....	49
3.2. Filosofía organizacional.....	50
3.3. Diseño organizacional	53
3.4. Productos	54
3.5. Diagnóstico organizacional (se realiza un FODA a nivel de listas de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).....	55
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	58
4.1 Diagnóstico.....	58
4.1.1 Estándares, consolidación y logística	60
4.1.2 Almacenamiento, manipulación y disposición.....	61
4.1.3 Procedimiento y guías.....	63
4.1.4 Técnicas de muestreo.....	64
4.1.5 Control de contaminación	65
4.1.6 Análisis de lubricantes	66

4.1.7 Prácticas de lubricación y relubricación	67
4.1.8 Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación	68
4.1.9 Administración del programa de lubricación	68
4.1.10 Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento	69
4.1.11 Prácticas de seguridad.....	70
4.1.12 Mejora continua.....	71
4.2 Diseño de la mejora	72
4.2.1 Oportunidades de mejora en estándares, consolidación y logística	72
4.2.2 Oportunidades de mejora en almacenamiento, manipulación y disposición	72
4.2.3 Oportunidades de mejora en procedimiento y guías.....	73
4.2.4 Oportunidades de mejora en técnicas de muestreo.....	74
4.2.5 Oportunidades de mejora en control de contaminación.....	74
4.2.6 Oportunidades de mejora en análisis de lubricantes	75
4.2.7 Oportunidades de mejora en prácticas de lubricación y relubricación	75
4.2.8 Oportunidades de mejora en entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación	76
4.2.9 Oportunidades de mejora en administración del programa de lubricación	76
4.2.10 Oportunidades de mejora en metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento	77
4.2.11 Oportunidades de mejora en prácticas de seguridad.....	77
4.2.12 Oportunidades de mejora continua	77

4.3 Mecanismos de control	78
4.3.1 Plan de trabajo a corto y mediano plazo	79
4.3.2 Implementar KPI's de control.....	82
4.3.3 Auditorías internas	83
4.3.4 Kaizén - Mejora continua	84
CAPÍTULO V: SUGERENCIAS	86
5.1 CONCLUSIONES.....	86
5.2 RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS	92
Anexo 01 Formato de Auditoría	92
Anexo 02 Resumen de Resultados de Auditoría.....	95
Anexo 03 Detalle de Resultados de Auditoría.....	96
Anexo 04 Detalle de Plan de Trabajo a Corto Plazo	103
Anexo 05 Detalle de Plan de Trabajo a Mediano Plazo	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de Auditoría Interna.....	59
Tabla 2 Resultados de estándares, consolidación y logística	60
Tabla 3 Resultados de almacenamiento, manipuleo y disposición	62
Tabla 4 Resultados de procedimientos y guías	63
Tabla 5 Resultados de técnicas de muestreo	64
Tabla 6 Resultados del control de la contaminación	65
Tabla 7 Resultados del análisis de lubricantes	66
Tabla 8 Resultados de las prácticas de lubricación y relubricación	67
Tabla 9 Resultados de entrenamiento, habilidades y certificación	68
Tabla 10 Resultados de administración del programa	69
Tabla 11 Resultados de metas del programa/evaluación	70
Tabla 12 Resultados de prácticas de seguridad.....	70
Tabla 13 Resultados de mejora continua.....	71
Tabla 14 Indicadores clave para la gestión de lubricación	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Falta de Lubricante	14
Figura 2 Componentes dañados por aceite inadecuado	17
Figura 3 Proceso de Elaboración de un Plan de Marketing	20
Figura 4 Fallas en Equipos	23
Figura 5 Puntos Clave a Resolver por falta de lubricante	30
Figura 6 Molinos de bolas de Minera Chinalco Perú SA	49
Figura 7 Zona de flotación y relaves - Minera Chinalco Perú SA	50
Figura 8 Visión de Minera Chinalco Perú SA	51
Figura 9 Misión de Minera Chinalco Perú SA	51
Figura 10 Valores de Minera Chinalco Perú SA	51
Figura 11 Política de Desarrollo Sostenible de Minera Chinalco Perú SA	52
Figura 12 Política de Responsabilidad Social de Minera Chinalco Perú SA	53
Figura 13 Organigrama de Minera Chinalco Perú SA	54
Figura 14 FODA MCP	56
Figura 15 Diagrama Spider Resultados de Auditoría Interna	59
Figura 16 Acciones, responsables y prioridad del plan a corto plazo	79
Figura 17 Acciones, responsables y prioridad del plan a mediano plazo	81
Figura 18 Ciclo de mejora continua.....	85

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está orientado a auditar la gestión de la lubricación de equipos en planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA, para establecer las medidas y acciones necesarias que permitan mantener los equipos en condiciones básicas de operación evitando la ocurrencia de fallas prematuras por deficiencias en la lubricación.

Permitiendo optimizar el uso de lubricantes, incrementando la confiabilidad de las actividades de lubricación por medio del uso de lubricante adecuado, en las condiciones de almacenamiento y manipulación de clase mundial, en la cantidad adecuada y con la frecuencia de reemplazo óptima, que permitan que los equipos alcancen las metas de producción planteadas.

La gestión de la lubricación es la base para lograr que los equipos mantengan la confiabilidad para la cual han sido diseñados, debido a que actualmente no contamos con las condiciones adecuadas para manipulación y almacenamiento de los lubricantes utilizados en planta, siendo un factor que impacta en una menor vida del lubricante.

La auditoría a la gestión de la lubricación es importante para establecer la línea base actual y establecer e implementar acciones direccionadas a mejorar las condiciones en el corto y mediano plazo que permitan tener una gestión de clase mundial en todos los aspectos evaluados.

La implementación de un plan de trabajo permitirá que se haga una planificación adecuada de las acciones identificadas como necesarias, así como los responsables y los plazos a cumplir. Reestructurando y estandarizando los procedimientos actuales, mejorando las habilidades del personal a cargo de la actividad.

Se realizarán evaluaciones costo-beneficio de las acciones implementadas, para evaluar el resultado de la implementación del plan de acción. El costo aproximado en

facilidades y capacitaciones es US \$ 750K y el tiempo total para la implementación será en un plazo de 1 año, en especial por las compras y capacitaciones que toman cierto tiempo en ser implementadas.

Como conclusiones se obtiene una mejora en la gestión de lubricación en los equipos de planta concentradora, disminuyendo en un 95% las fallas imprevistas por defectos en la lubricación, mejora de las buenas prácticas del personal orientadas a ejecutar lubricación de clase mundial. Al mismo tiempo optimizar costos, estandarizando lubricantes y mejorando las condiciones de almacenamiento y manipulación, lo que permite evitar desperdicios innecesarios.

INTRODUCCIÓN

El tema elegido para la investigación propuesta de mejora para la gestión de las actividades de lubricación de planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA, se basa en la situación actual de las condiciones de ejecución de labores de lubricación en campo, el inadecuado almacenamiento y manipulación de lubricantes, adicionalmente que no tienen procesos y estándares definidos para la ejecución de la actividad.

Otro factor de suma importancia es la presencia de fallas imprevistas y prematuras en los equipos de planta concentradora por deficiencias en el proceso de lubricación y falta de controles que aseguren la calidad del proceso, que impactan en las metas de producción y costos asociados a las reparaciones no planeadas.

Siendo los aspectos mencionados el punto de partida para la investigación y la oportunidad de aplicar los conocimientos recibidos en las diferentes asignaturas del MBA, para de una manera metodológica poder realizar una propuesta adecuada en base a la evaluación de la situación actual y establecer un plan de trabajo con acciones concretas orientadas a mejorar las condiciones actuales en plazos y con responsables definidos.

En lo anteriormente mencionado se basa el objetivo principal de la investigación, en elaborar una propuesta de mejora para la gestión de las actividades de lubricación de los equipos de planta concentradora en Minera Chinalco Perú SA., evitando la ocurrencia de fallas prematuras por deficiencias en la lubricación y sobrecostos asociados a estas fallas.

En el primer capítulo se detalla los antecedentes y el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la metodología que se utilizará, la justificación y los alcances y limitaciones.

En el segundo capítulo tenemos el marco teórico, que sustenta la investigación, la comparación y análisis crítico de las bases teóricas, que permitirán el desarrollo enfocado y objetivo del presenta trabajo.

En el tercer capítulo se muestra el marco referencial de la empresa, con detalles de su reseña histórica, filosofía y diseño organizacional, los productos que procesa y un análisis FODA de la organización.

En el cuarto capítulo mostramos los resultados obtenidos de la aplicación metodológica de la investigación, dando un diagnóstico detallado en base a lo identificado en la auditoría interna, luego se diseña la mejora en base al diagnóstico, elaborando un plan de trabajo con actividades definidas, estableciendo las oportunidades de mejora y los mecanismos de control.

Finalmente dar las conclusiones y recomendaciones en base a la información obtenida.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1.1 Título: “Propuesta de Mejora para la Gestión de las actividades de Lubricación en Planta Concentradora de Minera Chinalco Perú SA, 2023”

1.2 Planteamiento del problema

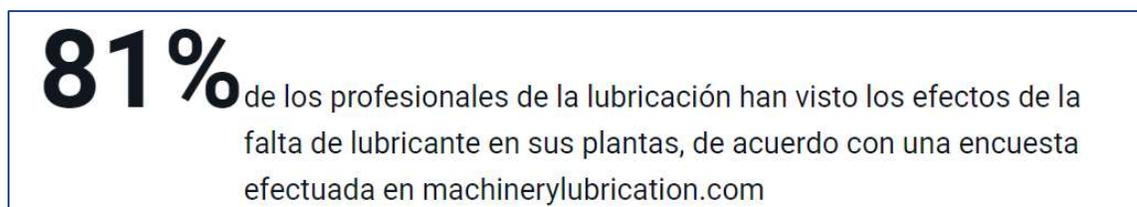
Minera Chinalco Perú SA, es una empresa minera que produce concentrados de cobre. Tiene en la actualidad un problema crítico en cuanto la gestión de las actividades de lubricación en los equipos de planta concentradora, al no tener un plan integral que cubra las necesidades de actividades de lubricación en la totalidad de sus equipos, otro aspecto importante relacionado a este tema es la manipulación y almacenamiento de aceites que no es adecuada, debido a que la empresa no cuenta con ambientes y facilidades dedicadas exclusivamente a mantener en buenas condiciones los aceites y grasas, en muchos de los casos se almacenan al intemperie, originando problemas de contaminación en estos productos antes de su uso, en comparación a los estándares de clase mundial en este aspecto respaldados por Noria Corporation, que es el ente que regula a nivel mundial los aspectos relacionados a las actividades de lubricación, análisis y mejora continua en el campo de los lubricantes. Esta corporación sugiere contar con ambientes especialmente diseñados para esta actividad y al mismo tiempo tener implementadas las facilidades necesarias y adecuadas para su manipulación, eliminando y/o minimizando los riesgos de contaminación inicial del lubricante.

Otro aspecto importante que suma a esta deficiencia es la capacidad técnica del personal responsable de la lubricación de los equipos de planta concentradora, según la corporación especialista en el tema, deben tener certificaciones para

cada una de las actividades que desarrollan como, por ejemplo: lubricación de equipos industriales, análisis de aceites e interpretación de resultados. Siendo necesario reforzar este aspecto para elevar el nivel técnico del personal orientado a realizar un trabajo de calidad, evitando la ocurrencia de fallas imprevistas por falta de capacitación al personal.

Figura 1

Falta de Lubricante



Nota. Porcentaje de fallas por lubricación. Fuente Noria Corporation.

Con todos los antecedentes antes mencionados la empresa tiene un problema que resolver, el no tener una gestión de excelencia en la lubricación de los equipos de la planta concentradora constituye el factor de más alto riesgo en la ocurrencia de fallas prematuras en las maquinarias de la planta lo cual impacta en la disponibilidad de los equipos, generando un riesgo al cumplimiento de los planes de producción.

La aparición de fallas imprevistas en equipos estacionarios y en especial en motores eléctricos con pocas horas de operación, es el factor de mayor incidencia

en la disponibilidad de los equipos de planta, existen una serie de estudios que mencionan que el 80% de las fallas prematuras en equipos, se originan por una mala gestión de la lubricación, tal como se menciona en el congreso de la ACIEM (asociación de ingenieros en Colombia), en enero del 2022.

La gestión de los trabajos de lubricación en los equipos de una planta concentradora es un trabajo de vital importancia para asegurar un normal funcionamiento de los equipos durante su vida útil, disminuyendo la probabilidad de falla prematura por una inadecuada: selección del lubricante, condiciones de almacenamiento, manipulación, frecuencia de cambio entre otros factores que contribuyen a degradar o disminuir la vida útil del lubricante.

La presente investigación contribuirá a mejorar la gestión de la lubricación en los equipos de planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA. Identificando las causas raíz del problema, orientando los esfuerzos del personal a cargo de esta actividad y recursos de la empresa a mejorar y conseguir una gestión de excelencia en este aspecto. Permitiendo optimizar los recursos actuales, controlando la probabilidad de fallas por defectos en la lubricación y en especial las prematuras por deficiencias en la lubricación. Asegurando que los lubricantes alcancen su vida útil. Orientada a implementar acciones para disminuir los 5 errores básicos que se cometen al lubricar un equipo:

- Aplicar exceso de lubricante.
- Aplicar muy poco lubricante.
- Usar un lubricante no adecuado.
- Realizar mezcla de lubricantes.
- Contaminar el lubricante.

Adicionalmente que hay aspectos básicos del trabajo de lubricación que es necesario mejorar día a día, siendo necesario contar con “procedimientos

documentados” para cada una de las actividades para que todo el personal tenga una guía para sus labores. Los “puntos de muestreo y accesorios inadecuados”, es otra de las grandes falencias ya que no permite realizar un adecuado muestreo y posterior análisis de aceites, lo cuál es una herramienta muy valiosa para conocer el estado del equipo, es importante tener implementados los accesorios adecuados para facilitar esta actividad y los puntos de muestreo definidos, para no generar confusiones en el personal.

El “sobre-engrasado”, por no tener accesorios que permitan medir la cantidad de grasa aplicada y no tener bien definidas las frecuencias y las cantidades a aplicar, este exceso de grasa genera incrementos de temperatura en los componentes y por ende fallas prematuras. La “falta de un sistema de etiquetado” es otro aspecto básico e importante de clase mundial que permitiría evitar confusiones en el personal que realiza la actividad, al tener la información en la zona de trabajo identificando el punto de aplicación, el tipo de lubricante, la cantidad, la frecuencia de aplicación y/o reemplazo.

Finalmente, otro aspecto crítico es el “uso de respiradores y tapones instalados por el fabricante”, los cuales en muchos de los casos son estándares y no adecuados para la aplicación, ya que no evitan el ingreso de partículas y humedad hacia el lubricante, es vital que estos puntos sean evaluados permitiendo mejorar estos aspectos básicos.

Como punto importante en el mes de diciembre 2021 la chancadora de pebbles tuvo una falla importante por el cambio del tipo de aceite, cambio que no fue evaluado adecuadamente ocasionando un gasto aproximado de 250K US para su reparación fuera de la pérdida de producción que originó tener un 20% menos de capacidad de planta. A continuación, en la Figura 2 se muestran los daños internos por la deficiencia de lubricación al no utilizar el aceite indicado por el vendedor del

equipo, esto refuerza la importancia de establecer mejoras en las actividades de lubricación de equipos en planta concentradora.

Figura 2

Componentes dañados por aceite inadecuado



Nota. Fuente interna MCP.

1.3 Objetivos de la investigación

Como principales objetivos de la presente investigación tenemos lo siguiente:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora para la gestión de las actividades de lubricación de los equipos de planta concentradora en Minera Chinalco Perú SA. Evitando la ocurrencia de fallas prematuras por deficiencias en la lubricación y sobrecostos asociados a estas fallas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar e implementar las condiciones para mejorar el almacenamiento y manipulación de lubricantes en los equipos de planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA.
- Establecer actividades para incrementar la confiabilidad de las actividades destinadas a la lubricación de equipos.
- Diseñar un plan de capacitación para asegurar las capacidades técnicas del personal a cargo del trabajo de lubricación de equipos.
- Diseñar la propuesta de estandarización del tipo de lubricante utilizado para disminuir la variedad de lubricantes de 50 tipos a 15.
- Definir acciones orientadas a disminuir las fallas de equipos por deficiencia en lubricación en un 10%.
- Actualizar las estrategias de mantenimiento al 100% de equipos críticos, optimizando la frecuencia de uso de los lubricantes.

1.4. Metodología

Para realizar el diagnóstico de la situación actual por medio de una auditoría, tal como se menciona en el artículo en internet. (julio 2022). *Etapas y fases de la auditoría interna*. <https://www.piranirisk.com/es/blog/etapas-y-fases-de-la-auditoria-interna>.

Se puede aplicar varias metodologías que incluyen algunas técnicas tales como:

- Observar en campo las condiciones,
- Rastrear la información.
- Entrevistar al personal.
- Confirmar la información hallada en campo.
- Verificar documentos históricos.

- Realizar revisiones analíticas.

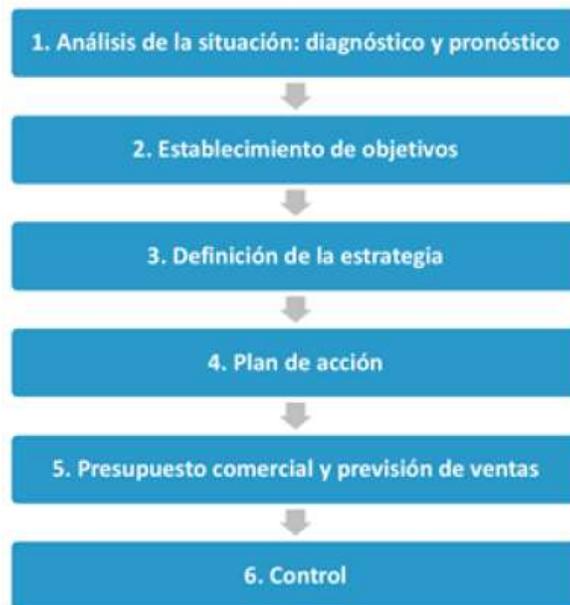
Para la presente investigación la metodología para utilizar consiste en realizar una auditoría interna a la gestión de lubricación, utilizando como referencia los aspectos mencionados por Noria Corporation para una gestión de excelencia en la lubricación, al mismo tiempo la información histórica de fallas originadas por deficiencias en la aplicación de grasas y aceites, consumos de lubricantes y costo asociados a las fallas prematuras.

La combinación de toda esta información antes mencionada, es decir, observar, rastrear, entrevistar, confirmar información, analizar, verificar documentos y revisar analíticamente la información, permitirá realizar una evaluación integral de la situación actual e identificar oportunidades de mejora.

Adicionalmente de los pasos para elaborar un plan de marketing, aprovecharemos el esquema del proceso para la realización de la auditoría, tal como se aprecia en la Figura 3, comenzando por analizar , diagnosticar y pronosticar la situación actual, luego establecer los objetivos y definir la estrategia a seguir, para finalmente elaborar el plan de acción correspondiente, buscando la aprobación presupuestal que respalde la implementación de acciones de mejora y finalmente controlar la efectividad de las acciones implementadas.

Figura 3

Proceso de elaboración de un plan de marketing



Nota. Fuente: Adaptado de Esteban-Talaya y Lorenzo-Romero (2013).

Para la realización de la presente investigación se necesitan ejecutar algunas acciones clave para asegurar la efectividad del presente trabajo de investigación, primero identificar claramente la situación actual por medio de una auditoría orientada a cubrir todos los aspectos básico de un lubricación de excelencia, analizando los resultados, priorizando los aspectos evaluados, considerando en primer lugar lo de más baja puntuación y luego en base a lo identificado establecer acciones para mejorar y mantener en el tiempo una gestión de excelencia en la lubricación de los equipos de planta concentradora. Las acciones por ejecutar son las siguientes:

- ✓ La primera acción consiste en realizar una auditoría interna, como herramienta metodológica, es recomendada para identificar la situación real de un proceso en base a preguntas dirigidas al personal responsable por su ejecución, permitiendo los resultados obtenidos en campo evaluar

la situación actual de la gestión de la lubricación, para asegurar la efectividad de la auditoría de campo y considerar todos los puntos relevantes que nos brinden adecuada información, la presente investigación debe considerar los siguientes aspectos recomendados por Noria, con una calificación del 0 al 10, siendo 0 la no evidencia del aspecto en campo y 10 la aplicación con excelencia del punto evaluado:

- Estándares, consolidación y logística.
 - Almacenamiento, manipulación y disposición.
 - Procedimiento y guías.
 - Técnicas de muestreo.
 - Control de contaminación.
 - Análisis de lubricantes.
 - Prácticas de lubricación y re-lubricación.
 - Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación.
 - Administración del programa de lubricación.
 - Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento.
 - Prácticas de seguridad.
 - Mejora continua.
- ✓ Como segundo paso con los resultados de la auditoría interna se establece el plan de trabajo, identificando las acciones a ejecutar para mejorar las condiciones que tengan una calificación menor a 2.5.
- ✓ Finalmente, implementado el plan, realizar una nueva evaluación de seguimiento, para verificar la efectividad de las acciones ejecutadas.

1.5. Justificación

El presente trabajo de investigación está sustentado en la criticidad de la mejora en la gestión de las actividades de lubricación en los equipos de planta concentradora, debido a que es una actividad básica para mantener en buen estado los equipos y asegurar el cumplimiento de los planes de producción, evitando la ocurrencia de fallas prematuras por una deficiente aplicación del lubricante. Adicionalmente que la propuesta es viable por el sentido de urgencia de mejorar las actividades de lubricación y se sustenta desde varios puntos de vista:

Teórico, cuando se elabora la ingeniería de una planta concentradora uno de los aspectos que se considera en el diseño es el plan de lubricación, para todos los equipos de planta, con la finalidad de asegurar el tipo de lubricante adecuado, en la cantidad necesaria y con la frecuencia de reemplazo de acuerdo con las condiciones operativas de la planta.

Metodológico, por medio de una auditoria que englobe todos los aspectos relacionados a la gestión de lubricación, identificando la situación actual en forma objetiva, permitiendo elaborar un plan de trabajo para la mejora de los aspectos débiles en la gestión actual, por medio de acciones concretas. Utilizando como base un cuestionario detallado de preguntas que cubran los 10 aspectos detallados en el punto 1.4, que permitan identificar claramente la situación actual de las condiciones de lubricación de los equipos de planta concentradora en minera Chinalco Perú SA.

Práctico, realizar la auditoría no es un tema complicado con un buen cuestionario, es de fácil aplicación y evaluación, se puede determinar la línea base para la situación actual y establecer acciones concretas soportadas en los resultados obtenidos para mejorar la gestión de la lubricación, estas acciones permiten llevar

a la ejecución en campo actividades realizables en los trabajos del personal a cargo de la lubricación de equipos, esto se reflejará en la disminución de fallas por lubricación, mejora de disponibilidad de equipos y optimización de costos de mantenimiento.

Adicionalmente en una conferencia organizada por ACIEM (Asociación Colombiana de Ingenieros) el 27 de enero del 2022 mostraron información relacionada a los problemas y fallas en la aplicación de lubricantes en diversas empresas, los análisis se enfocaron en evaluar detalladamente los problemas antes mencionados en la aplicación del lubricante, al mismo tiempo analizaron la gestión de la lubricación en campo, mostrando como resumen del análisis efectuado los siguientes problemas que se pueden apreciar en la Figura 4, todos ellos originan fallas prematuras en los equipos:

Figura 4

Fallas en Equipos



Nota. Fuente Conferencia ACIEM.

La información anterior refuerza la importancia de tener implementada una buena gestión de la lubricación en una planta concentradora, del cuadro anterior más del 50% de los problemas identificados apuntan a una mejora en los trabajos de este

rubro, como son: las malas prácticas de lubricación y la contaminación del lubricante.

1.6. Principales definiciones

Tenemos las siguientes definiciones principales, en su mayoría usando como referencia a Gwidon (2005) y el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española:

Ciclo de vida del activo: Tiempo de vida útil del equipo que comprende desde la etapa de ingeniería, diseño, procura, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento, hasta su disposición final y baja financiera, Gwidon (2005).

MCP: Abreviatura de Minera Chinalco Perú SA.

TPM: Abreviatura de la metodología japonesa de Mantenimiento Productivo Total, Gwidon (2005).

Planta concentradora: Planta industrial diseñada para el procesamiento de minerales por medio de diferentes procesos mecánicos, metalúrgicos y químicos, permite obtener concentrados de mineral de cobre, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

Plan de acción: Conjunto de actividades orientadas a un fin específico, con responsables y fechas de ejecución, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

KPI: Indicador clave de desempeño, Gwidon (2005).

Mejora continua: Metodología de calidad que consiste en buscar continuamente oportunidades para mejorar la situación actual de un proceso, conocida como Kaizen, Gwidon (2005).

Análisis de lubricantes: Técnica analítica que permite determinar el estado de un lubricante y los contaminantes que contiene, Gwidon (2005)..

Equipos de planta: Maquinaria instalada en una Planta de procesos que permiten el procesamiento del mineral.

MTBF: Abreviatura de tiempo medio entre fallas, que mide el tiempo transcurrido entre la ocurrencia de una falla y la siguiente, Gwidon (2005).

Lubricación: Aplicar a algo una sustancia que disminuya la fricción entre superficies en contacto, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

Aditivo: Sustancia química que se añaden a los lubricantes para mejorar su desempeño en diferentes aplicaciones industriales, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

Gestión de excelencia: Utilizar las mejores prácticas del campo que se está evaluando, permitiendo obtener resultados de clase Mundial, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

Auditoría interna: Utilizar recursos propios para realizar una evaluación de la situación actual de un proceso, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

Relubricar: Actividad que consiste en rellenar o cambiar un lubricante a un equipo determinado, Gwidon (2005).

1.7. Alcances y limitaciones

Como alcance el presente trabajo de investigación comprende a las actividades de la gestión de lubricación en los equipos de planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA, desde la etapa de chancado, molienda fase 1 y 2, flotación y filtrado. Identificando las actividades de mantenimiento relacionadas a los equipos instalados en las áreas mencionadas.

Identificando las deficiencias actuales en almacenamiento, manipulación, condiciones de las áreas de trabajo y frecuencias de lubricación y/o relubricación, para establecer nuevas estrategias que permitan tener una gestión de clase mundial (Wireman, 2004), eliminando o controlando los riesgos asociados a la falla prematura por deficiencias en la lubricación.

Es importante realizar esta investigación, debido a que permitirá optimizar los costos asociados a compra de lubricantes, minimizar los gastos por deficiente lubricación y disminuir las fallas imprevistas en los equipos, permitiendo alargar la vida de los equipos y tener costos competitivos dentro del sector minero.

Otro factor importante es la urgencia de la realización de la investigación, ya que actualmente no se tiene un diagnóstico exacto de la situación de la gestión de la

lubricación, es importante tenerlo en un plazo de 7 meses implementado con la ejecución de mejores prácticas.

Desde el punto de vista técnico la investigación es factible y realizable, ya que sus resultados y conclusiones serán de fácil aplicación en la gestión de lubricación, lo importante es realizarla a corto plazo, para identificar oportunidades de mejora e implementarlas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas de las variables y/o tópicos

Para tener un marco teórico completo el trabajo comienza con definir la ciencia que se encarga de estudiar a los lubricantes como es la tribología, luego brindando conceptos sobre los lubricantes explicando algunos detalles sobre sus tipos y aplicaciones en la industria. Para luego enfocar el aspecto teórico en la contaminación que es uno de los principales problemas que tiene la planta concentradora de Minera Chinalco, dando algunos detalles de cómo controlarlo. Para finalmente explicar las principales fallas de un programa de lubricación y que nos sirva de base comparativa para la presente investigación y luego detallar los pasos a seguir en la realización de la auditoría en campo (García, 2010).

2.1.1 Tribología de lubricación

La tribología es la ciencia y la ingeniería que estudia las superficies que están en contacto con movimientos relativos. Considerando los principios de fricción, lubricación y desgaste. El especialista se denomina tribólogo, (Améndola, 2011), teniendo como principales funciones realizar estudios para reducir la fricción y desgaste entre las partes en movimiento, buscando conservar y reducir la energía que se pierde por generación de calor, mejorando el desempeño del equipo y reduciendo la cantidad actividades periódicas realizadas por el área de Mantenimiento.

2.1.2 Lubricación

Actividad que se realiza para reducción la fricción entre las superficies y mantener el desgaste bajo control, con esta finalidad se utilizan sustancias llamadas lubricantes.

Como normalmente podemos pensar que solo se trata de grasas o aceites, sino de cualquier material fluido que se caracterice por su viscosidad, como el aire y el agua.

El material lubricante puede estar en cualquier estado material: líquido, sólido, gaseoso e incluso semisólido o pastoso.

Algunos lubricantes son más adecuados que otros, todo depende del uso que se les quiera dar, por ejemplo, el aire solamente se puede usar en situaciones de velocidad y carga limitadas, mientras el agua puede contribuir al desgaste de los materiales (Trujillo, 2012).

Lo que se busca lograr con los lubricantes es una perfecta lubricación fluida o una lubricación tal que se pueda evitar el contacto directo entre las superficies en contacto.

Esto se consigue intercalando una película lubricante entre ambas superficies, dependiendo del tipo de aplicación, los costos que implica la compra del lubricante y el nivel de “perfección” que se desea conseguir.

Para ello existen dos posibilidades, entre las cuales se debe realizar la elección de la forma más adecuada de lubricar las superficies, las cuales se detallan a continuación:

- Lubricación fluido-estática (o hidrostática en el caso de aceites o grasas) que consiste en la inserción de material lubricante a presión entre las superficies que se encuentran en contacto.
- Lubricación fluida-fluida (o hidrodinámica) que consiste en aprovechar el movimiento relativo entre las superficies para hacer penetrar el material lubricante.

Figura 5

Puntos Clave a Resolver por falta de lubricante

4 puntos clave para resolver problemas de falta de lubricante usando mantenimiento proactivo

1. Identifique el flujo requerido de lubricante o nivel correcto para optimizar la confiabilidad.
2. Establezca y desarrolle medios para sostener el nivel o flujo optimizado.
3. Establezca un programa de monitoreo para verificar que se alcanza consistentemente el abasto o se mantiene el nivel.
4. Solucione rápidamente problemas de falta de abasto o bajo nivel de lubricante.

Nota. Fuente Noria Corporation

Los equipos principales instalados en una planta de procesos que requieren lubricación son:

- Bombas en todos sus tipos.
- Ventiladores e inyectores de aire.
- Colectores de polvo.
- Zarandas vibratorias.
- Alimentadores de cadena.
- Motores eléctricos de baja y media tensión.
- Compresoras de diversos tamaños.
- Sopladores.
- Sistemas de bombeo de soluciones, reactivos y pulpas.
- Chancadoras primarias y terciarias
- Bandas transportadoras y sus componentes.
- Reductores en celdas de flotación.
- Molinos de bolas y SAG.
- Sistemas accionamiento hidráulicos en espesadores.
- Filtros prensa.

Los fabricantes de equipos para plantas reconocen el valor de una lubricación adecuada, logrando una alta confiabilidad, pero pocos saben aplicar la tecnología de lubricación de manera efectiva (Tavares, 1998).

Los problemas de lubricación a menudo se vuelven crónicos, lo cual genera fallas prematuras en los equipos, lo cual se trata por reparación o reemplazo del componente dañado o un cambio de aceite cuando la causa real es un inadecuado diseño tribológico.

En general, la vida de un componente lubricado es el tiempo de operación durante el cual la magnitud de la degradación del rendimiento sigue siendo aceptable. Dado que esta degradación es el resultado final del desgaste, es común expresarlo en rendimiento del componente. Debido a la complejidad del diseño de los componentes lubricados, es virtualmente imposible evaluar la vida útil en términos de pérdida de material o cambio de dimensiones por desgaste.

2.1.3 Tipos de lubricantes

Los aceites pueden tener dos orígenes distintos, biológicos y no biológicos, y esto proporciona una gran gama de compuestos en base a hidrocarburos. Estas sustancias suelen estar presentes como mezclas complejas y se pueden utilizar para muchos otros fines además de la lubricación, es decir, el control de desgaste y fricción (Pirro, 2001).

La tecnología moderna impone demandas severas y variadas a los lubricantes, por lo que la selección y la formulación de mezclas apropiadas de hidrocarburos para propósitos de lubricación son procesos especializados y complejos. La mayoría de los aceites naturales contienen sustancias que pueden dificultar su propiedad básica lubricación, pero también contienen compuestos esenciales

para el proceso de lubricación. Sustancias químicas que se agregan deliberadamente a un aceite para mejorar sus propiedades se denominan aditivos. Los aditivos pueden radicalmente variar las propiedades del lubricante y son esenciales para su desempeño general. Ellos también dictan características específicas del lubricante, como tendencia a la corrosión, formación de espuma, coagulación, oxidación, desgaste, fricción y otras propiedades (Prando, 1996).

Hay dos temas importantes en el desempeño del lubricante: alcanzar el nivel requerido de tasas de desgaste y fricción, y mantener los estándares a pesar de la degradación por el uso continuo del lubricante, la reacción química del lubricante con el oxígeno atmosférico y el agua es inevitable ya que el lubricante es básicamente un hidrocarburo. Los aditivos presentes en el lubricante también se deterioran durante su funcionamiento debido a que reaccionan con los elementos metálicos de la maquinaria y el medio ambiente. La degradación del lubricante por su uso es inevitable y debe tratar de alcanzar la vida útil requerida. De hecho, una gran parte de la tecnología de lubricantes se dedica a la conservación de los aceites cuando están en uso. Un aceite lubricante típico está compuesto por 95% de aceite base y un 5% de aditivos. El término base es utilizado para describir al aceite mineral simple, las propiedades físicas del aceite dependen de su base que pueden ser: biológica, química o sintética, exhibiendo diferentes y usados en diferentes aplicaciones (Boero, 1998).

Otro lubricante es la grasa, no son fundamentalmente diferente a los aceites, se componen de aceite mineral o sintético, el aceite queda atrapado en los bolsillos diminutos formados por las fibras de jabón que constituyen la estructura interior de la grasa. Las grasas se han desarrollado especialmente para proporcionar semipermanente lubricación debido a que el aceite contenido

en la estructura fibrosa no puede fluir de las superficies en contacto. Por esta razón, las grasas se utilizan comúnmente a pesar de que tienen deficiencias en su comportamiento.

2.1.3.1 Aceite mineral

Los aceites minerales son los lubricantes más utilizados. Se fabrican como un derivado del petróleo. Existen ventajas y desventajas de usar aceite mineral para lubricar maquinaria específica, estas deben ser tomadas en cuenta al elegir un lubricante y diseñar un sistema lubricador. Los aceites minerales tienen un costo más bajo e incluso con el rápido crecimiento en el uso de aceites sintéticos, lubricantes sólidos y polímeros resistentes al desgaste, su uso continuo en muchas parece seguro.

2.1.3.2 Aceite sintético

Los lubricantes sintéticos fueron desarrollados originalmente a principios de este siglo por países que carecían de suministro confiable de aceite mineral. Estos lubricantes eran caros inicialmente, no ganaron aceptación generalizada. El uso de aceites sintéticos aumentó gradualmente, especialmente en más aplicaciones especializadas para las cuales los aceites minerales eran inadecuados. A pesar de muchos aspectos positivos tales como la disponibilidad y bajo costo, los aceites minerales también tienen algunos defectos, tales como la oxidación y pérdida de viscosidad a temperatura alta, combustión o explosión en la presencia de agentes oxidantes fuertes y solidificarse a temperaturas bajas. Estos efectos no se pueden permitir en algunas aplicaciones especializadas tales como motores de turbina de gas donde se requiere una temperatura alta del lubricante, pero ocasionalmente deben soportar temperaturas muy

bajas. En otras aplicaciones, como bombas de vacío y motores a reacción, el lubricante de presión baja de vapor se necesita, en el procesamiento de alimentos y la industria farmacéutica el lubricante de toxicidad baja es requerido, etc. La demanda más fuerte en años recientes es para lubricantes de rendimiento alto, en especial para aplicaciones en aviación con turbinas a gas de alto rendimiento. Esto orientó al desarrollo de lubricantes sintéticos que puedan soportar altas temperaturas sin degradarse y al mismo tiempo reduciéndolos riesgos de incendio. La actual tendencia hacia las altas temperaturas de operación de la maquinaria ha creado una etapa más duradera de interés en el uso de estos lubricantes.

2.1.3.3 Grasas

Las grasas no son simplemente lubricantes líquidos muy viscosos, de hecho, son mezclas de aceite lubricante y espesadores. Los espesadores se dispersan en aceites lubricantes para producir una estructura coloidal estable o gel. Por lo tanto, la grasa consiste en un aceite limitado por espesador de diminutas fibras. Dado que el aceite está restringido, no puede fluir, proporciona lubricación semipermanente. Por esta razón, las grasas son ampliamente usadas, a pesar de ciertas limitaciones en su aplicación. La aplicación más extendida de las grasas es semipermanente y de bajo mantenimiento para lubricar rodamientos de contacto rodante y algunos engranajes. La grasa se puede envasar con un rodaje o conjunto de engranajes y se deja almacenada por un periodo de algunos meses o antes de ser reemplazada. Contactos de desgaste inaccesibles, como los que se encuentran en conjuntos de orugas o en maquinaria agrícola, son convenientemente lubricados por este medio. Elementos de bajo

mantenimiento también son candidatos adecuados para la lubricación con grasa. El rendimiento lubricante de las grasas es inferior a los aceites minerales excepto a bajas velocidades de deslizamiento donde algunas grasas pueden ser superiores. Las grasas tienen que cumplir iguales requisitos que los lubricantes líquidos, más una condición adicional, la grasa debe permanecer en altas temperaturas de servicio como una masa semisólida. Si la grasa es licuada y fluida lejos del contacto, influye en el aumento de la probabilidad de falla por lubricación, además, la grasa no elimina el calor por convección como lo hace el aceite, por lo que a diferencia del aceite no es eficaz como refrigerante. Tampoco se puede usar altas velocidades como el aceite porque el arrastre por fricción causaría un sobrecalentamiento. La vida útil de la grasa en uso es definida a menudo por la eventual pérdida de consistencia semisólida para convertirse en un líquido o materia dura.

2.1.4 Control de la contaminación

Dado que una fuente importante de la falla de equipos en plantas de procesos mineros son los contaminantes sólidos, es lógico realizar diseños que eviten su ingreso en el equipo. Esto se puede lograr prestando especial atención a la filtración del lubricante y sellado de los elementos lubricados (Totten, 2006).

Rara vez es posible eliminar la contaminación por completo por lo que se vuelve necesario tener cierto nivel de lubricante contaminado en el sistema.

La sensibilidad a las partículas de un componente lubricado es un parámetro importante que influye en la confiabilidad del sistema. Esta se puede relacionar con el espesor mínimo de las películas del fluido entre superficies adyacentes.

Esto se puede apreciar entre el espesor de la película y el tamaño de las partículas será menos dañina para el sistema. El espesor de la película de lubricación también es beneficioso para las condiciones de carga de choque.

También se debe tener en cuenta el nivel de concentración de las partículas contaminantes, aun cuando estas sean significativamente más pequeñas que el espesor de la película puede ser dañino debido a la sedimentación, la saturación del filtro y la erosión del material. Cuando la película resulte de una holgura fija y, por lo tanto, tenga un espesor constante, el tamaño de la partícula que se puede tolerar es relativamente fácil de determinar. Sin embargo, cuando la película es generada por el movimiento y la geometría de las superficies, varias variables están involucradas en el establecimiento del espesor de la película y el tamaño de la partícula que se puede tolerar depende de la presión, velocidad y las propiedades del lubricante (Totten, 2006).

Las pruebas sistemáticas para determinar la sensibilidad a las partículas de los componentes han sido pocas, pero los documentos relacionados con los componentes hidráulicos son relevantes para las aplicaciones mineras.

El agua es otra fuente de contaminación que se encuentra comúnmente en los equipos de mina por las zonas donde se encuentran instalados. Se ha demostrado que incluso en pequeñas cantidades de contaminación de agua pueden reducir significativamente la vida útil de los equipos y sus componentes.

2.1.4.1 Sellado

Se pueden usar sellos para evitar que un fluido escape de un recinto o evitar que entren contaminantes al sistema y se clasifican en estático y dinámicos.

Los sellos dinámicos se usan en superficies que tienen contacto deslizante, funcionando en películas lubricantes fluidas. Donde la lubricación límite es el modo predominante, la vida del sello es corta, especialmente en aplicaciones donde los abrasivos contribuyen a disminuir la vida útil.

Límites de temperatura, velocidad relativa entre el sello y la contracara, presión, tamaño, compatibilidad de fluidos y tasa de fuga aceptable influirán en la elección del sello.

La falta de lubricante hace que el sello funcione deficientemente, siendo el resultado alta fricción, aumentando la temperatura, originando un desgaste excesivo del componente acortando su vida útil y originando una falla prematura en el sello y luego en el componente.

2.1.4.2 Filtración

La filtración es una forma eficaz de eliminar partículas sólidas de un sistema de lubricación circulante. La provisión de tal sistema puede ser costoso y, debido a la extensión de la contaminación en el ambiente minero, es necesaria la limpieza regular del filtro o el reemplazo del elemento para garantizar un rendimiento adecuado. (Gwidon, 2005).

Al especificar el requisito de un filtro de fluido para una aplicación particular, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tamaño de partícula máximo aceptables aguas abajo del filtro. Esto estará influenciado por el espesor de la película del fluido dentro de los componentes.
- Caída de presión permitida en el filtro. La pérdida excesiva de presión puede causar la falta de fluidos en ciertas ubicaciones del

equipo.

- Rango de caudal de trabajo.
- Rango de temperaturas de funcionamiento.
- Rango de viscosidad del fluido a filtrar, es decir, con respecto a la temperatura.
- Presión máxima de trabajo.
- Compatibilidad del fluido y del material del elemento filtrante. Esto es importante cuando hay un cambio de fluido.

Debido a las grandes cantidades de contaminantes sólidos, comunes en las aplicaciones mineras, la mayoría de los filtros se instalan con una válvula de derivación, que asegura que el filtro no pueda cortar el flujo de lubricante cuando se satura (Taylor & Francis, 2006), ahogando bajo estas condiciones, los contaminantes que puedan acumularse rápidamente en el sistema.

El sistema de filtrado de carro móvil se ha vuelto popular en los últimos años y los elementos desechables se han preferido para la maquinaria de minería donde se requiere una filtración fina desde los elementos más caros, como el metal sinterizado, rara vez se reciclan cuando se obstruyen. Actualmente se usan algunos métodos más simples para la limpieza de este último tipo de elemento, incrementando su uso.

2.1.5 Programa de lubricación

Las prácticas efectivas de lubricación en los equipos de planta Concentradora son sumamente críticas, la principal dificultad radica en que los síntomas de una mala lubricación poder ser imperceptibles. Durante muchos años la industria pensó que, si proporcionaba una

cantidad suficiente del lubricante adecuado a un precio razonable, con una determinada frecuencia, aseguran que los componentes estén lo suficientemente protegidos. Si bien esta hipótesis puede ser suficiente para algunos entornos operativos de baja intensidad, se justifica una “mejor práctica” para empresas altamente competitivas como la minería. (Equipo Minero. *Los 10 Pilares de la Gestión para un Plan de la Lubricación Exitoso*. [https:// www.equipo-minero.com/estrategiasmineras/los-10-pilares-de-la-gestion-para-un-plan-de-lubricacion-exitoso/](https://www.equipo-minero.com/estrategiasmineras/los-10-pilares-de-la-gestion-para-un-plan-de-lubricacion-exitoso/)).

Un buen plan de lubricación diseñado adecuadamente incorporará los requisitos específicos de la operación y la máquina incluyendo los siguientes aspectos (Gwidon, 2005).

- Criticidad de la máquina y entorno operativo, dentro de cualquier Planta tenemos equipos con diferentes funciones que deben ser incorporados en el diseño del equipo, para asegurar que cumplan con el servicio para el cual fueron adquiridas. Luego es importante definir la criticidad del equipo dentro del proceso productivo, la evaluación efectiva de criticidad incluirá varios factores de evaluación tales como: función del equipo, valor horario del equipo, riesgo de falla del equipo para los empleados, para el proceso y el medio ambiente, tiempo medio entre fallas y costos de reparación (Berna, 2015).
- Estrategias de recopilación y datos, una vez el equipo sea clasificado por criticidad, cada activo debe ser observado, y los detalles técnicos de cada característica deben registrarse tan detalladamente como sea posible. Algunos de los detalles pueden ser ingresados a un sistema informático, pero los detalles de las

prácticas de lubricación deben ser tomados de los manuales del fabricante y registros de mantenimiento.

- Criterios de recopilación de datos de la máquina, la base de datos debe definir claramente que parámetros serán recopilados, por ejemplo, tipo de lubricante, cantidad, etc.
- Requisitos de tipo, cantidad y frecuencia de lubricación. Una amplia variedad de factores operativos influirá en la decisión de selección del producto final. Estos factores serán distintos entre una Planta y otra. El ambiente de trabajo, el tipo de lubricante será decisivo sobre la frecuencia de relubricación. Deben iniciar el trabajo en base a recomendaciones del fabricante.
- Requisitos de control de contaminación, es otro aspecto importante dependiendo del tipo de equipo, especialmente los hidráulicos necesitan especificaciones más exigentes, que permitan operar dentro de las especificaciones de diseño, estos controles deben ser diseñados de acuerdo con el entorno de trabajo del equipo.
- Requisitos de análisis de aceite, ayudan a monitorear la salud del aceite, desgaste de máquina y la contaminación. Tradicionalmente esta labor la realizaba el proveedor de lubricantes para ayudar al cliente en los ciclos de cambio de lubricantes. El análisis de aceite tiene un valor apreciable con control de la gestión del lubricante en campo, debe ser abordado en cuatro aspectos: seleccionar los equipos, tener un reporte para seguimiento de tendencias, definir los tipos y límites de alarma y la frecuencia del análisis.
- Secuencia de actividades para los planes y programas de relubricación que incluyen gran cantidad de equipos, pueden ser

complejos de manejar, siendo importante sectorizar las zonas de trabajo para facilitar las labores en campo. Las actividades de lubricación se pueden dividir en dos tareas que dependen de la condición de operación, una se puede realizar con el equipo en movimiento y la otra necesita el equipo detenido, lo cual impacta en la disponibilidad de la Planta. La programación define las tareas y fechas de ejecución, con equipo detenido u operando.

- Gestión de la Planificación y Programación, una vez establecidos los pasos anteriores y confirmados los programas de lubricación, el sistema está listo para operar, siendo las principales preocupaciones en este paso considerar la totalidad de trabajos, balancear uso del personal y manejo de la información. Todo esto puede ser realizado con la ayuda de alguna herramienta informática (García, 2010).

2.1.6 Fallas en un programa de lubricación

Al implementar un programa de lubricación podemos identificar las siguientes fallas (García, 2010):

- No existe un programa de lubricación.
- El programa de lubricación está incompleto.
- No tener documentación y registros de respaldo.
- Falta de procedimientos internos para ordenar, recibir y almacenar.
- No hay un proceso de gestión de lubricación definido.
- Procedimientos de muestreo inadecuados.
- No hay un programa para análisis de aceites.
- Filtración inadecuada del lubricante.

- Procedimientos inadecuados para drenar aceite del equipo.
- Aditivo agotado antes de las horas de reemplazo.
- Aditivos mal seleccionados para la aplicación.
- Mezclar aceites distintos en una misma aplicación

2.1.7 Auditoría de la gestión de la lubricación

La auditoría de la gestión de lubricación permite conocer la situación actual e identificar oportunidades de mejora (Pirro, 2001), entre las principales desviaciones que pueden ser halladas por medio de una auditoría tenemos:

- No se realizan auditorías la gestión de lubricación.
- No existe un programa de excelencia en la lubricación.
- En el almacenamiento de los lubricantes no usan mejores prácticas.
- No se consolida la cantidad de lubricantes.
- No se tiene un programa escrito.
- No hay lubricación automática.
- No se tiene equipos y accesorios de lubricación adecuados.
- No se utilizan lubricantes sintéticos.
- No hay programa para reducir la humedad.
- No hay capacitación en procesos de filtración.
- Falta de conocimiento sobre procesos de engrase.

2.2. Análisis comparativo de las bases teóricas

Con la finalidad de mejorar la gestión de lubricación en la planta concentradora, tenemos dos opciones, elaborar un programa partiendo de cero, es decir asumir que no se realiza ningún tipo de trabajo de lubricación en los equipos instalados en planta, lo que significa analizar la información de los manuales del fabricante de equipos construyendo un plan inicial en base a sus recomendaciones o como segunda opción realizar una auditoria al desempeño actual identificando las condiciones de la gestión de la lubricación en base al levantamiento en campo de las actividades que se ejecutan teniendo en cuenta los siguientes aspectos (Moblely, 1999):

- Estándares, consolidación y logística.
- Almacenamiento, manipulación y disposición.
- Procedimiento y guías.
- Técnicas de muestreo.
- Control de contaminación.
- Análisis de lubricantes.
- Prácticas de lubricación y relubricación.
- Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación.
- Administración del programa de lubricación.
- Metas del programa de lubricación y Evaluación de su cumplimiento.
- Prácticas de seguridad.
- Mejora continua.

Aspectos mencionados por Nakahima (1984), para implementar la aplicación de TPM en la planta de Toyota y luego adoptadas por Noria Corporation como un sistema de gestión de la lubricación en su metodología Crescent.

La planta concentradora de Minera Chinalco Perú SA, tiene alrededor de 8 años de funcionamiento, lo cual representa una buena base para elegir realizar una auditoría y aprovechar toda la experiencia adquirida durante el tiempo de operación por el personal del área de lubricación y establecer esta información como línea base para iniciar un proceso de mejorar en todos los aspectos evaluados, sin dejar de lado la información del fabricante para reforzar los puntos débiles y en base a la combinación de esta información obtener un producto sólido, con acciones específicas que permitirán elaborar un plan de acción orientado a impulsar la excelencia en la gestión de lubricación a cargo del área de mantenimiento.

La lubricación adecuada de la maquinaria mecánica es esencial para la alta confiabilidad y la máxima vida útil del equipo. Por lo tanto, los sistemas y fluidos lubricantes asociados deben seleccionarse y administrarse adecuadamente. Los aceites y grasas lubricantes están formulado para una amplia gama de aplicaciones industriales, las cuales requieren cumplir una amplia gama de propiedades y funciones específicas. Sigue la gama de métodos de prueba utilizados para cuantificar estas características también es amplia, donde podemos aprovechar la información histórica de los equipos, permitiendo una mejor toma de decisiones en base a experiencias de éxito y fracaso.

Una manera exitosa es realizar pruebas de rendimiento, aprovechando para cuantificar los beneficios obtenidos del lubricante nuevo y posterior reemplazo en forma definitiva especialmente en aplicaciones muy especializadas. Es importante que durante la prueba se midan parámetros operativos como la contaminación y la degradación, que normalmente se monitorean en el lubricante en servicio.

Para llevar a cabo el trabajo de Investigación y establecer una propuesta de mejora en la gestión de lubricación en Planta Concentradora es necesario seguir cuatro pasos concretos comentados por Westerkamp (1997):

- Primero: Realizar la auditoría para el diagnóstico de la situación actual.
- Segundo: Analizar la información y establecer las acciones a ejecutar.
- Tercero: Implementar las acciones identificadas.
- Cuarto: Monitorear el progreso y la efectividad de las acciones.

2.3. Análisis crítico de las bases teóricas

Se emplea una gran gama de líquidos y grasas lubricantes para lubricar los equipos de una planta concentradora, introduciendo continuamente nuevos productos lubricantes en el mercado, especialmente los sintéticos. Los principios para elegir un lubricante, sin embargo, no varían y son los siguientes (Prando,1996):

- Resistir la corrosión, oxidación y desgaste.
- Mantener la viscosidad a temperaturas altas.
- Disponer de una película delgada para la lubricación.

Algunos lubricantes pueden satisfacer estos criterios. Es por lo tanto una práctica común realizar mezcla de aditivo con un lubricante fluido o semisólido obteniendo propiedades mejoradas. Sin embargo, debe enfatizarse que los aditivos no son la solución para todos los problemas de lubricación. Pueden también traer tantos problemas como soluciones, por ejemplo, la incompatibilidad del lubricante base con otros aditivos ha causado daños industriales costosos como consecuencia de las fallas. Aunque los lubricantes sintéticos especializados han estado reemplazando con éxito al aceite mineral en varias aplicaciones durante muchos

años, los lubricantes sintéticos de uso general solo recientemente han sido introducidos a gran escala. Generalmente son más costosos, pero tienen mejores comportamientos frente a la oxidación y resistencia térmica que los aceites minerales. Los datos de rendimiento de los lubricantes sintéticos han incrementado los últimos años, tendiendo a mejorar en un futuro cercano. La actual generación de lubricantes sintéticos ha mejorado, especialmente en cuanto a oxidación y resistencia. También hay grandes avances en las grasas con una generación de uso general que pueden operar en condiciones extremas y para rangos más amplios de temperatura.

El contenido y el alcance de la tribología están cambiando rápidamente, ya no es suficiente minimizar la fricción y el desgaste en forma aislada según Wireman (2004). Considera necesario considerar la tribología de manera más amplia como por ejemplo la tribología ambiental, en respuesta a reducir la contaminación y el uso de materiales sintéticos. La tribología siempre ha seguido de cerca los desarrollos de la física y el nuevo movimiento hacia la nanoscopía, ahora está conduciendo a cambios fundamentales en como vemos la fricción, el desgaste y el movimiento deslizante.

A pesar de varias décadas de intensa investigación, con la mayor parte del conocimiento dirigido a sistemas prácticos como el acero lubricado por aceite. Los nuevos materiales y las nuevas condiciones de funcionamiento de los equipos necesitan poner una especial atención en las acciones a implementar para conseguir la mejora de la gestión de la lubricación en la Planta Concentradora. Existe una gran oportunidad con el uso de lubricantes sintéticos frente a los minerales que se usan a gran escala en la planta al momento, con este cambio es posible alargar vida útil del equipo, mayor producción y disminuir costos de mantenimiento.

Otro aspecto importante es para la implementación del plan de mejora es el apoyo de la gerencia, de lo contrario el programa fracasará. La gerencia debe producir un entorno que apoye el replanteamiento de las prácticas actuales en la gestión de la lubricación. Para tener éxito en el programa debe apuntar a mover las decisiones en el lugar de trabajo al empoderar al personal para actuar de manera preventiva.

La capacitación del personal para tener el conocimiento y la comprensión de los programas mejorados es importante, técnicas y herramientas necesarias para realizar un trabajo de calidad. Se debe aprovechar la experiencia del personal en lo que se requiere hacer y cómo se debe hacer, incluyendo procedimientos actualizados que soporten la mejora en la gestión de lubricación.

Aquí es importante analizar las restricciones que pueden aparecer durante la implementación del plan de acción mencionado por Berna (2015), tales como:

- Dinero: Inversión en equipos y materiales y la contratación de personal adicional.
- Maquinarias: Tipo de equipos (móvil, estacionario), complejidad, tasas de falla y efectividad del sistema de control de la contaminación.
- Métodos: Selección de técnicas adecuadas y aplicables para la detección y pronóstico, procedimiento de muestreo mejorados, métodos de manejo de información automatizado o manual.
- Materiales: Tipo de contaminantes, tipos de desgaste y modos de falla.
- Línea de tiempo: Adquisición de experiencia y curva de aprendizaje.
- Mano de obra: experiencia actual del personal, niveles técnicos y habilidades del personal, más la capacitación requerida.

Establecer, implementar y monitorear el plan de mejora requiere la participación de los responsables de ejecutar las acciones de mejora, así como un buen

conocimiento de la planta para identificar anticipadamente las posibles dificultades. Siendo importante definir previamente las metodologías a utilizar y posiblemente una combinación de ellas para ser más eficientes detectando posibles cambios y actuar preventivamente, comprende las siguientes tareas según comentarios de Garcia (2010):

- Identificar los modos y efecto de las fallas por medio de procesos definidos.
- Analizar los sistemas tribológicos presentes en la maquinaria de Planta y así determinar la causa raíz del desgaste y las condiciones de contaminación presentes en el entorno de trabajo del equipo.
- Identificar los parámetros que se deben monitorear para conocer el estado del equipo y seleccionar los puntos de muestreo.
- Seleccionar las técnicas, guías y procedimientos para monitorear la condición de la máquina.

CAPÍTULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1. Reseña histórica

El 2007 se crea Minera Chinalco Perú SA, como subsidiaria peruana de Aluminum Corporation of China (CHINALCO), para realizar la construcción, desarrollo y operación del megaproyecto cuprífero en Junín la mina llamada Toromocho.

Como línea de tiempo el 2008, el Sr. Xiao Yaqing, presidente ejecutivo de Chinalco (China) anuncia la adquisición en el Perú del proyecto Toromocho, dando inicio a la etapa de desarrollo e ingeniería, comenzando con la planta de tratamiento de aguas acidas en el túnel Kingsmill, la cual sería la fuente de agua para la planta concentradora, se puso en operación el 2011.

El 2013 luego de la etapa de construcción se arranca la planta de procesos, comenzando la operación de la chancadora y luego la línea de producción con los Molinos, flotación, espesadores y el proceso de filtrado que genera los concentrados de cobre. Iniciando la rampa para alcanzar la máxima capacidad de planta concentradora, realizando el primer embarque de cobre el 2014. La capacidad de diseño de 110000 toneladas/día fue alcanzada el 2015.

Figura 6

Molinos de bolas de Minera Chinalco Perú SA



Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA

Figura 7

Zona de flotación y relaves - Minera Chinalco Perú SA



Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA

Para realizar la construcción de la planta fue necesario reubicar al pueblo de Morococha, hacia una zona llamada Nuevo Morococha, entregando los títulos de propiedad a los pobladores el 2016.

Con la finalidad de incrementar la capacidad de planta concentradora a 150000 toneladas/día el 2018 se da inicio al proyecto de ampliación culminando el 2020, donde se puso en marcha el molino SAG y bolas, los cuales alcanzan la capacidad de diseño el 2021.

Actualmente se encuentra en etapa de aprobación de permisos para construir la etapa adicional de celdas de flotación y la zona de filtrado, las cuales deberían iniciar su construcción el 2023 y ser puestas en marcha el 2024.

3.2. Filosofía organizacional

La filosofía de trabajo de Minera Chinalco Perú está enfocada en velar por la integridad de sus colaboradores, respetando y reconociendo su trabajo, considerando de vital importancia que el trabajo en equipo es la base fundamental para alcanzar el éxito operacional. Minera Chinalco Perú lo fomenta en todos sus niveles operativos. De la página web de Minera Chinalco Perú tenemos la

siguiente información de los elementos de la filosofía organizacional, mostramos la visión en la Figura 8, misión en la Figura 9, valores en la Figura 10, la política de desarrollo sostenible en la Figura 11 y finalmente la política de responsabilidad social en la Figura 12:

Figura 8

Visión de Minera Chinalco Perú SA

VISIÓN

Ser reconocidos como una empresa minera de primer nivel, debido a la participación colectiva, el desarrollo tecnológico, la alta eficiencia y la calidad de su gestión.

Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

Figura 9

Misión de Minera Chinalco Perú SA

MISIÓN

Contribuir con el progreso local, nacional y global, así como con el éxito de los accionistas, a través de la transformación cuidadosa, eficiente y responsable de los recursos naturales.

Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

Figura 10

Valores de Minera Chinalco Perú SA



Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

Figura 11

Política de Desarrollo Sostenible de Minera Chinalco Perú SA

POLÍTICA DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Somos **MINERA CHINALCO PERU S.A.**, subsidiaria de Aluminum Corporation of China, nos dedicamos a la **exploración, extracción y procesamiento de minerales**, y estamos comprometidos a realizar nuestras labores cuidando la **integridad, seguridad, salud ocupacional y bienestar de las personas**, en un ambiente de colaboración y respeto hacia nosotros mismos, las comunidades y el ambiente, con el fin de ser reconocidos como una empresa que contribuye en forma sostenible al **desarrollo de su área de influencia**.

Para ello nos comprometemos a:

- Cumplir y hacer cumplir las leyes,** reglamentos y normas aplicables a nuestras operaciones de manera ética y transparente, así como otros requisitos suscritos a nuestro sistema de gestión empresarial.
- Actuar en forma responsable,** buscando minimizar cualquier impacto sobre el ambiente.
- Desarrollar y mantener el sistema de prevención y de gestión de riesgos,** basados en la mejora continua, que protejan la salud, la integridad y el bienestar de los colaboradores y que contribuyan al logro de una cultura de cero daños, mediante objetivos evaluados periódicamente.
- Llevar a cabo actividades de monitoreo** para promover la mejora continua de los procesos.
- Escuchar a nuestros colaboradores,** socios estratégicos y comunidades con el objetivo de conocer sus necesidades, para que sean consideradas en el desarrollo de nuestras actividades y generar relaciones sostenibles de largo plazo.
- Contar y mantener la comunicación horizontal,** abierta y transparente con nuestros colaboradores, comunidades y público en general sobre el desempeño en materia de seguridad y salud ocupacional, ambiente y comunidades.
- Capacitar y entrenar a nuestros colaboradores** para darles las competencias necesarias y la oportunidad de crecer dentro de un ambiente de desarrollo e innovación.
- Asegurar que nuestros colaboradores y contratistas cumplan con las políticas y prácticas ambientales,** de salud, seguridad y de relaciones comunitarias de nuestra empresa.

Creemos firmemente que todo incidente es prevenible y nuestro objetivo es eliminarlo. Por esto, nosotros como individuos, nos comprometemos a aplicar de manera consistente y continua los principios establecidos en la presente política.

Cada uno de nosotros tiene la autoridad para detener los labores que estemos realizando si es que consideramos que pueden causar daño a la integridad y salud de los colaboradores, al ambiente o la comunidad.

La presente Política de Desarrollo Sostenible es respaldada por la Alta dirección de nuestra empresa y debe ser implementada, documentada y divulgada en todos los niveles de la organización y puesta a disposición del público en general, debiendo mantenerse y revisarse según los procedimientos establecidos.



ZHANG XUDONG
Presidente y Gerente General

Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

Figura 12

Política de Responsabilidad Social de Minera Chinalco Perú SA

RESPONSABILIDAD SOCIAL

Chinalco Perú posee una política de responsabilidad social orientada a alcanzar el desarrollo sostenible de sus zonas de influencia. Por ello, se enfoca en trabajar en cuatro ejes: educación, salud, desarrollo productivo y fortalecimiento de organizaciones sociales.

EDUCACIÓN

En nuestra zona de influencia se realiza constantemente talleres de reforzamiento en las áreas de matemática, ciencias sociales y ambientales. Asimismo, pequeños y jóvenes son instruidos en manejo de internet, software, robótica, entre otros.

SALUD

Priorizamos las prácticas de prevención tanto dentro como fuera de nuestras operaciones. Organizamos y apoyamos campañas integrales de salud focalizadas en pediatría, nutrición, odontología y oftalmología.

DESARROLLO PRODUCTIVO

Realizamos capacitaciones y asistencias técnicas orientadas a formar empresarios comprometidos con brindar productos y servicios de calidad.

El programa más emblemático es el de Fortalecimiento de Negocios Locales que, de la mano de especialistas peruanos y extranjeros, brinda acompañamiento personalizado a los emprendedores de la zona, en temas financieros, de marketing, servicios, higiene, saneamiento y calidad.

Se apoyó la constitución de la Asociación de Tejedoras a Mano Morocochanas, conformada por mujeres de Nueva Morococha que poseen el talento de tejer. A través de talleres y capacitaciones perfeccionan su arte, el cual se ofrece en ferias en su ciudad, en Lima e incluso exportan a través de terceros.

Las comunidades campesinas participan en campañas de dosificación de sus animales a fin de tenerlos en buen estado sanitario y asegurar sus ventas.

FORTALECIMIENTO DE ORGANIZACIONES SOCIALES

Se fomenta el aprecio por la cultura de la zona de influencia, y también la promoción de una ciudadanía responsable. Realizamos capacitaciones en primeros auxilios, emergencias, seguridad ciudadana y cuidado del ambiente.

Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

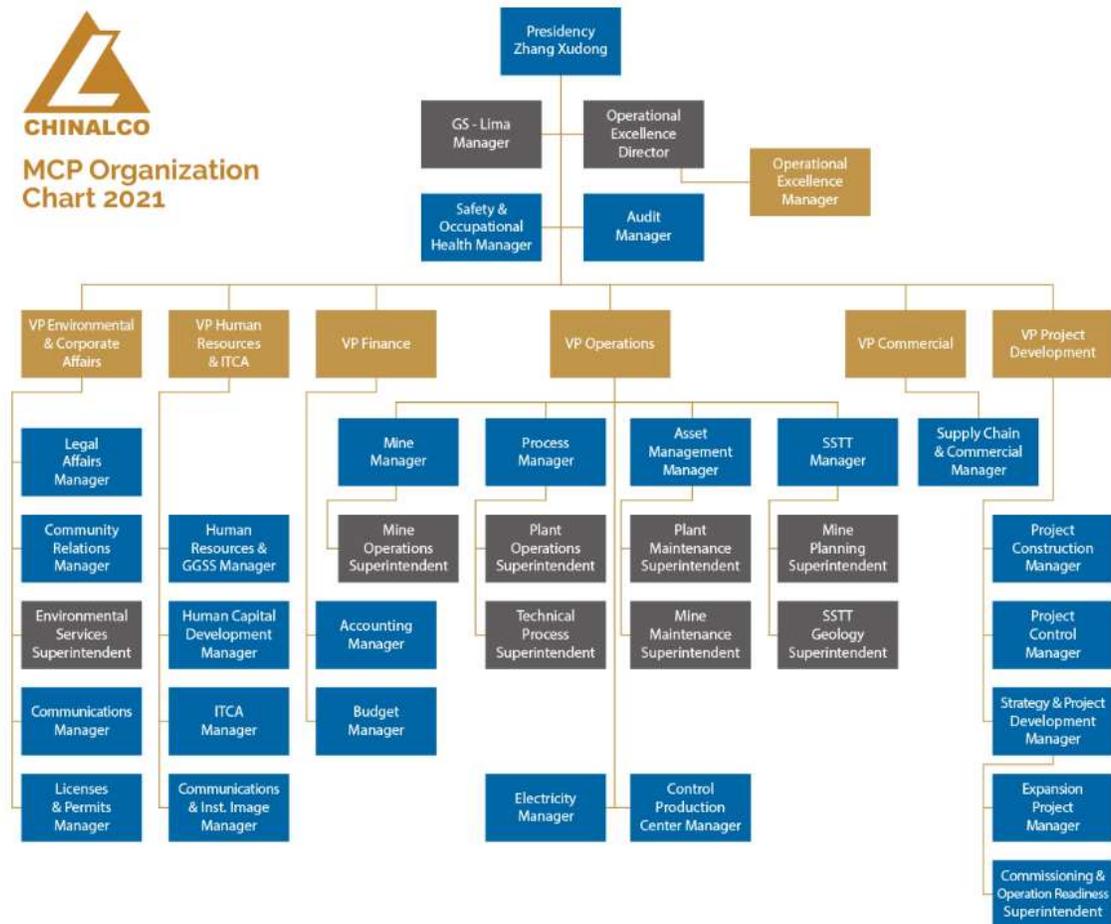
3.3. Diseño organizacional

Minera Chinalco Perú SA, pertenece a la empresa China Aluminum Corporation of China (CHINALCO), la cual se ubica en Beijing, China. Siendo la empresa China más importante, produciendo metales no ferrosos. A continuación, en la Figura 13 tenemos el organigrama funcional de la empresa en el Perú, encabezada por el Presidente (CEO) en Sr. Xudong Zhang, quien tiene a su cargo varias

Vicepresidencias de acuerdo a las áreas internas, los cuales tienen a su cargo gerentes por especialidad.

Figura 13

Organigrama de Minera Chinalco Perú SA



Nota. Fuente: Minera Chinalco Perú SA.

3.4. Productos

Minera Chinalco Perú SA es una mina a tajo abierto con su unidad de producción Toromocho, tiene como producto principal el concentrado de Cobre.

El proceso productivo se inicia con la extracción de mineral de la mina Toromocho con el uso de la mejor tecnología con camiones mineros de 370 toneladas y palas de 120 toneladas.

El mineral es transportado por medio de los camiones hacia la planta de beneficio, el proceso de las operaciones de planta se inicia con la trituración en la planta de chancado primario, luego por medio de fajas transportadoras el mineral es transportado hacia el stock pile. El mineral grueso pasa al circuito de molienda (SAG, bolas y pebbles), el producto fino continua su proceso en el circuito de flotación de cobre y la remolienda. Los altos contenidos de cobre son enviados a los espesadores de cobre, para finalmente ser retenidos en el circuito de filtración para extraer el agua de los concentrados. El concentrado es enviado vía férrea hacia un almacén temporal ubicado en el puerto del Callao. Finalmente, el concentrado es embarcado para su transporte a China y sea procesado para obtener cobre fino.

3.5. Diagnóstico organizacional (se realiza un FODA a nivel de listas de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).

En la Figura 14, se muestra el análisis FODA de la situación actual de MCP, teniendo como principales fortalezas el personal experimentado en la operación de mina y planta, producción de concentrados de cobre y un sistema SAP (software corporativo) que permite tener información transversal a todas las áreas de la empresa.

Como oportunidades principales tenemos la capacitación y entrenamiento al personal técnico para mejorar su desempeño actual, permitiendo incrementar sus habilidades y también dotar de herramientas tecnológicas que permitan mejorar

las técnicas predictivas, para adelantarse a los problemas en base a información histórica.

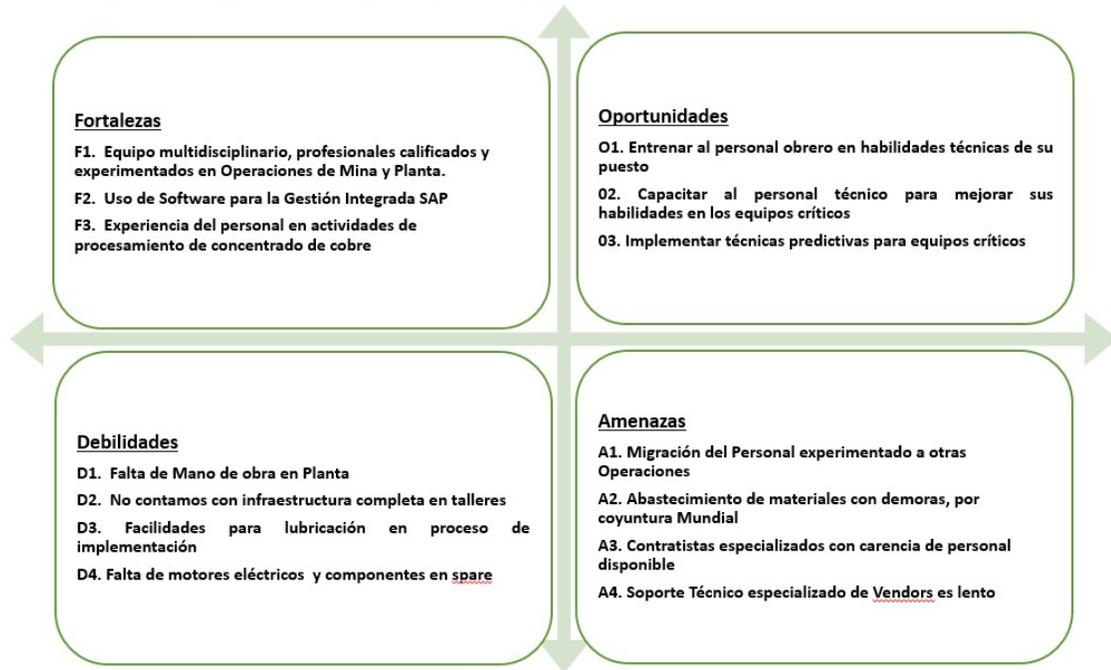
En cuanto a las debilidades, con las ampliaciones de Planta no se contrató personal adicional que permita cubrir la totalidad de trabajos operativos y de mantenimiento, los talleres en planta están incompletos, siendo necesario solicitar presupuesto adicional que permitan implementar la infraestructura faltante y faltan implementar facilidades para realizar una lubricación de calidad, aún no se ha completado el listado de motores eléctricos y componentes en reserva que permitan incrementar la confiabilidad de los equipos productivos.

Como amenazas externas con la aparición de nuevas empresas existe el riesgo de la migración de personal experimentado a otras operaciones generando dificultades para reponerlo rápidamente. Otro aspecto crítico es la coyuntura mundial, con respecto al abastecimiento de repuestos y materiales necesarios para mantener los equipos y el proceso en condiciones normales de funcionamiento, incrementando los tiempos de entrega y suministro de materiales y repuestos. Los contratistas especializados tienen dificultades para proveer personal especializado para los trabajos mayores en planta y mina, adicionalmente que la atención de los proveedores de los equipos (vendors), en la coyuntura actual brindan un soporte lento a las necesidades de la MCP.

Figura 14

FODA MCP

FODA – Minera Chinalco Perú SA



Nota. Fuente Propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Diagnóstico

Como primer paso para el diagnóstico de la situación actual en la gestión de la lubricación en planta concentradora de Minera Chinalco Perú S.A., es necesario realizar la auditoría interna, por medio de un formato de encuesta, el formato a utilizar se encuentra en el Anexo 01 y comprende los siguientes aspectos que deben ser auditados:

- Estándares, consolidación y logística.
- Almacenamiento, manipulación y disposición.
- Procedimiento y guías.
- Técnicas de muestreo.
- Control de contaminación.
- Análisis de lubricantes.
- Prácticas de lubricación y relubricación.
- Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación.
- Administración del programa de lubricación.
- Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento.
- Prácticas de seguridad.
- Mejora continua.

Esta encuesta será aplicada a diversas personas responsables (jefe de área, supervisores y especialistas) de gestionar la lubricación de los equipos de planta y sus resultados. Este trabajo se llevó a cabo durante una semana una semana, recopilando información de campo, para tener una buena evaluación preliminar que permita identificar las principales oportunidades de mejora y que sirvan de sustento para la elaboración del plan de mejora.

Realizada la encuesta en campo se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla 1, en cada uno de los aspectos evaluados:

Tabla 1

Resultados de Auditoría Interna

Item	Aspecto Evaluado	Resultado
1	Estándares, consolidación y logística.	2.5
2	Almacenamiento, manipulación y disposición.	6.7
3	Procedimiento y guías.	4.0
4	Técnicas de muestreo.	3.4
5	Control de contaminación.	6.0
6	Análisis de lubricantes.	6.5
7	Prácticas de lubricación y re-lubricación.	4.5
8	Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación.	1.0
9	Administración del programa de lubricación.	7.0
10	Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento.	5.5
11	Prácticas de seguridad.	7.0
12	Mejora continua.	2.0

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos en cada uno de los aspectos evaluados en la auditoría interna

Figura 15

Diagrama Spider de los Resultados de la Auditoría Interna



Nota. Fuente Propia

A continuación, se realiza el diagnóstico para los resultados obtenidos en cada uno de los aspectos evaluados.

4.1.1 Estándares, consolidación y logística

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 2, es este aspecto en general se alcanzó el 25%, siendo una de las calificaciones más bajas con respecto a una gestión de clase mundial.

Tabla 2

Resultados de estándares, consolidación y logística

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Estándares, Consolidación y Logística	10	2.5
Uso de contrato de compra	1	0.5
Uso de Estándares de lubricantes	1	0
Procedimientos para revisión de especificaciones de los lubricantes	3	0
Aseguramiento de la calidad del proveedor de lubricantes	2	0
Adecuada selección de los lubricantes	2	1.5
Coordinación entre Logística e Ingeniería.	1	0.5

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la evaluación de estándares, consolidación y logística

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Área de materiales y contratos celebra un contrato con la empresa móvil para el suministro de lubricantes, pero con poca presencia soporte técnico en campo.
- Se identifican problemas de suministro de lubricantes por la coyuntura mundial.
- No hay un estándar de lubricación.
- No se cuenta con las hojas de certificación de calidad de los

lubricantes.

- Los aceites son seleccionados en base a recomendación del fabricante, está pendiente completar la selección de lubricantes para los equipos de fase 2.
- Algunos lubricantes necesitan ser homologados para reducir la variedad y el inventario en almacén.

4.1.2 Almacenamiento, manipulación y disposición

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 3, es este aspecto en general se alcanzó el 66.5%, es un valor aceptable en una gestión de clase mundial.

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Se realizan actividades periódicas de orden y limpieza con un programa incompleto de 5S.
- No hay un procedimiento para almacenar cilindros nuevos.
- El taller de lubricación no cuenta con una correcta ventilación, la zona no está totalmente acondicionada para el almacenamiento de lubricantes, la zona de carga y descarga tiene deficiente iluminación.
- La disposición de los lubricantes usados se realiza en base a la disponibilidad del camión grúa, existiendo la probabilidad de acumular aceites usados.
- Se cuenta con recipientes especiales para el traslado de los lubricantes a la zona de trabajo.
- Los aceites son reemplazados a condición lo cual los lleva a límite de uso. Siendo un riesgo en caso de no contar con stock, para reemplazo

inmediato.

- Los aceites son reemplazados a condición.

Tabla 3

Resultados de Almacenamiento, manipuleo y disposición

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Almacenamiento / Manipuleo / Disposición	10	6.65
Orden y limpieza del almacén	0.25	0.1
Procedimiento de almacenamiento de cilindros nuevos / filtros nuevos	0.5	0
Condición de almacenamiento y ventilación	0.25	0.1
Disposición de los aceites usados	0.5	0.25
Remoción de los cilindros vacíos	0.25	0.1
Mantenimiento del equipo portátil de filtración	0.5	0.25
Separación de los ítems no relacionados con la lubricación	0.25	0.25
Unidad de respuesta contra derrames de aceites y procedimientos de contingencia	0.5	0.5
Separación de los cilindros según cantidad de aceite en los mismos. Cilindros vacíos.	0.25	0.25
Etiquetado de los cilindros / filtros nuevos y usados	0.5	0.5
Identificación de los cilindros vacíos	0.5	0.25
Almacenamiento y disposición de los cilindros vacíos / filtros usados	0.5	0.25
Uso de bandejas de contención para goteos	0.5	0.5
Uso de indicador de nivel en los cilindros	0.5	0
Tag en la boquilla del cilindro con el tipo y viscosidad del aceite	0.5	0.5
Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia en los venteos de los cilindros	0.5	0.5
Almacenamiento y limpieza de los embudos	0.25	0.25
Uso de botellas de trasvase	0.5	0.5
Establecimiento de la vida de los aceites y grasas	0.5	0.5
Etiquetado de las pistolas de engrase y clasificación	0.25	0.25
Equipo para transportar los cilindros	0.25	0.25
Uso de filtros de alta eficiencia para llenar grandes reservorios	0.25	0
Verificación de la limpieza de las botellas de trasvase reusables	0.25	0.1
Verificación de la pureza del aceite en las botellas de trasvase	0.5	0.25
Procedimiento de almacenamiento para el aceite usado / uso de un solo cilindro	0.5	0.25

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la evaluación de almacenamiento, manipuleo y disposición

- Solo en taller se cuenta con un equipo para izaje de cilindros.
- No se cuentan con filtros de alta eficiencia para llenado de envases de lubricante.

4.1.3 Procedimiento y guías

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 4, es este aspecto en general se alcanzó el 40% de una gestión de clase mundial.

Tabla 4

Resultados de procedimientos y guías

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Procedimientos / Guías	10	4
Disponibilidad de políticas para adhesión estricta a los procedimientos	2	2
Disponibilidad de procedimientos escritos para el muestreo de lubricantes	2	0
Disponibilidad de guías y ayudas para cada punto de lubricación	2	0
Disponibilidad del manual de lubricación	2	0
Procedimientos para análisis de laboratorio	2	2

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la evaluación de procedimientos y guías

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Faltan completar las políticas internas.
- No hay procedimientos escritos.
- No se cuenta con un manual de lubricación.
- No hay guías y diagramas para los puntos de lubricación.

4.1.4 Técnicas de muestreo

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 5, es este aspecto en general se alcanzó el 34%, valor relativamente bajo en una gestión de clase mundial.

Tabla 5

Resultados de técnicas de muestreo

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Técnicas de Muestreo	10	3.4
Establecimiento de procedimientos de muestreo. Incorporación de diagramas y gráficos en los procedimientos.	2	0
Procedimientos y técnicas de muestreo de aceites nuevos.	0.5	0
Procedimientos de muestreo de aceites usados	1	0
Identificación de puntos de muestreo, tipo de aceite, número de file	1	0.5
Muestreo de grasas.	0.5	.
Uso de tomas o puertos de muestreo adecuados Identificación de los mismos. Estandarización de acoples fittings	1	0.5
Conocimiento del nivel de limpieza de las botellas de muestreo	1	0.2
Disponibilidad de procedimientos de muestreos claros y específicos. Materiales y herramientas.	1	1
Uso de etiquetas de muestreo pre-impresas.	1	1
Nivel de entrenamiento de encargados de tomar muestras.	1	0.2

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la evaluación de técnicas de muestreo

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Falta actualizar procedimiento de muestreo.
- No hay estrategia de muestreo para aceites nuevos y usados.
- No están identificados todos los puntos de muestreo.
- No hay estrategia para muestreo de grasas y el laboratorio no cuenta con equipos para su análisis.
- Se tiene un 60% de avance en la colocación de puertos de muestreo.
- Solamente el 20% del personal cuenta con certificación MLTI.

4.1.5 Control de contaminación

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 6, es este aspecto en general se alcanzó el 60% de una gestión de clase mundial.

Tabla 6

Resultados del control de la contaminación

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Control de la Contaminación	10	6
Uso de sistema de filtración en línea y fuera de línea.	1	1
Procedimientos de reparación y ensamblaje con estricta limpieza	1	0.5
Seguimiento de especificaciones recomendadas para el cambio de componentes	1	0
Uso de graseras a prueba de polvo y filtros adecuados de reconocida calidad	1	0.5
Adecuada selección e intalación de sellos	1	1
Adecuado mantenimiento de sellos y empaquetaduras	1	0.5
Uso de carro portátil de filtrado para llevar los cilindros hacia la ubicación de los equipos.	1	0
Efectividad de los venteos en los reservorios / Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia	1	0.5
Limpieza de los venteos de reservorios	1	1
Uso de vestimenta y herramientas limpias.	0.5	0.5
Uso de carro portátil de filtrado.	0.5	0.5

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de la evaluación del control de la contaminación

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- No hay especificaciones para el cambio de componentes.
- Las graseras no cuentan con tapas para proteger el ingreso de polvo.
- Los sellos no son adecuadamente mantenidos.
- No se cuenta con carros portátiles de filtrado para cada área de planta.

4.1.6 Análisis de lubricantes

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 7, es este aspecto en general se alcanzó el 65% de una gestión de clase mundial.

Tabla 7

Resultados del análisis de lubricantes

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Análisis de Lubricantes	10	6.5
Frecuencia apropiada de muestreo por máquina	2	2
Análisis de oxidación de aceites.	1	1
Uso cartillas de muestreos	2	1
Uso de métodos de análisis en sitio	1	1
Establecimiento de líneas base en la condición del aceite.	2	1
Reportes y documentación efectiva del análisis de lubricantes	1	0
Reportes con adecuada interpretación.	1	0.5

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos del análisis de lubricantes

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- No se cuenta con equipos para realizar análisis en campo.
- No se tiene una línea base de los lubricantes que se encuentran en la operación.
- No se tiene un software para una fácil reportabilidad y revisión de resultados.
- No se cuenta con análisis de aditivos para monitorear la degradación.

4.1.7 Prácticas de lubricación y relubricación

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 8, es este aspecto en general se alcanzó el 45% de una gestión de clase mundial.

Tabla 8

Resultados de las prácticas de lubricación y relubricación

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Prácticas de Lubricación y Relubricación	10	4.5
Uso de placas de identificación / colores para indicar los niveles	2	0.5
Uso de cartillas y planos de lubricación	2	1
Uso de vasos lubricadores	2	1
Uso de métodos cuantitativos para el engrase (intervalos y cantidades)	2	1
Retroalimentación de los análisis de lubricantes para los cambios de las prácticas de lubricación y frecuencias.	2	1

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de las prácticas de lubricación y relubricación

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- No se cuentan con marcas de niveles máximos y mínimos correctas en campo.
- Las cartillas de lubricación no están incluidas en los planos de los equipos.
- Solamente algunos equipos cuentan con vasos lubricadores.
- No hay tarjetas de control para relubricación en el equipo en campo que permita saber la última fecha de lubricación.
- Pendiente definir límites condenatorios para reemplazo de lubricantes en equipos de planta.

4.1.8 Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 9, es este aspecto en general se alcanzó el 10%, siendo uno de los valores más bajos en una gestión de clase mundial.

Tabla 9

Resultados de entrenamiento, especificación de habilidades y certificación

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación	10	1
Nivel de habilidades y entrenamiento en PdM. Nivel de entrenamiento en lubricación en otras áreas (Mantenimiento Preventivo y Correctivo)	4	1
Nivel de entrenamiento en lubricación de los operadores de los equipos	4	0
Entrenamiento formal de OJT para la lubricación y tareas de muestreo	2	0

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de entrenamiento, especificación de habilidades y certificación

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Solamente el 20% del personal cuenta con certificación MLTI.
- Los operadores no están entrenados en inspeccionar niveles de aceite, dando reportes incorrectos del nivel de aceite en el equipo. No participan en las actividades de lubricación.
- No hay evidencia de entrenamiento en campo para el personal a cargo de la lubricación y muestreo.

4.1.9 Administración del programa de lubricación

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 10, es este aspecto en general se alcanzó el 70% de una gestión de clase mundial.

Tabla 10

Resultados de administración del programa

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Administración del Programa	10	7
Programa claro. Designación clara de responsabilidades.	3	1
Responsabilidades de lubricación entre operaciones y mantenimiento	2	1
Comunicaciones entre operaciones y mantenimiento	2	2
Uso de órdenes de trabajo.	3	3

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de administración del programa

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- No está definida claramente la responsabilidad en trabajos correctivos de cambio de componentes.
- No todo el personal realiza limpieza de la zona de trabajo luego de finalizar sus actividades.
- Personal de operaciones no realiza ninguna actividad de lubricación.
- Personal de operaciones no realiza limpieza de las unidades de lubricación.

4.1.10 Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 11, es este aspecto en general se alcanzó el 55% de una gestión de clase mundial.

Tabla 11*Resultados de metas del programa/evaluación*

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Metas del Programa / Evaluación	10	5.5
Disponibilidad de metas de limpieza.	3	2
Disponibilidad de metas de desgaste.	3	1.5
Disponibilidad de límites de oxidación para los lubricantes.	2	1
Establecimiento de parámetros predictivos para evaluar el progreso del programa.	2	1

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de metas del programa/evaluación

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Es necesario mantener los niveles ISO dentro del límite permisible según cada tipo de equipo.
- Los niveles de elementos de desgaste deben mantenerse dentro de la zona límite normal.

4.1.11 Prácticas de seguridad

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 11, es este aspecto en general se alcanzó el 70% de una gestión de clase mundial.

Tabla 12*Resultados de prácticas de seguridad*

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Prácticas de Seguridad	10	7
Control efectivo de recuperación de derrames y fugas.	2	2
Manejo proactivo de las fugas.	3	2
Adecuadas precauciones en manejo de materiales químicos.	3	2
Prácticas de seguridad y respeto al medioambiente.	2	1

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de prácticas de seguridad

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Se identificaron algunos derrames al interior del taller de lubricación, que constituyen una condición crítica en época de lluvia.

4.1.12 Mejora continua

De las encuestas en campo se obtuvieron los resultados de la Tabla 13, es este aspecto en general se alcanzó el 20%, siendo un valor relativamente bajo en una gestión de clase mundial.

Tabla 13

Resultados de mejora continua

Elemento de Auditoría	Peso Puntuación	Resultado
Mejora Continua	10	2
Revisión de puntos de muestreo.	2	1
Revisión periódica de los niveles de alarma.	2	0
Identificación de problemas recurrentes	4	1
Evaluación del Programa periódicamente y comparación del mismo con estándares industriales de mejores prácticas.	2	0

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos de mejora continua

Como principales desviaciones identificadas en campo tenemos:

- Algunos equipos no cuentan con puntos de muestreo o están anulados o instalados en puntos incorrectos.
- Algunos equipos tienen problemas recurrentes de ingreso de contaminantes al sistema de lubricación.
- No hay un plan de auditorías para asegurar la calidad de las actividades de lubricación

4.2 Diseño de la mejora

De los puntos auditados e identificados como desviaciones en campo, luego de realizar el análisis correspondiente se han identificado las siguientes oportunidades de mejora por aspecto:

4.2.1 Oportunidades de mejora en estándares, consolidación y logística

Este es uno de los puntos con calificación más baja (25%). De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Los contratos a futuro deben incluir soporte técnico en campo y aseguramiento de stock de los lubricantes requeridos.
- Se debe elaborar el manual de lubricación y los procedimientos específicos para las actividades del área de lubricación.
- Solicitar al proveedor la certificación de los lubricantes por lotes recepcionados.
- Realizar la revisión de los lubricantes de Fase 2 para los equipos que aún no cuentan con programa y homologar por medio de la gestión de cambio.
- Catalogar los lubricantes faltantes para asegurar los stock.

4.2.2 Oportunidades de mejora en almacenamiento, manipulación y disposición

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Continuar con la implementación de 5S.
- Implementar procedimiento de limpieza en taller de lubricación.

- Mejorar las condiciones de ventilación, almacenamiento e iluminación en taller de lubricación.
- Asegurar la disponibilidad de camión grúa para desechar aceites usados.
- Personal debe disponer adecuadamente los aceites usados.
- Habilitar tanque de aceites residuales.
- Inventariar equipos de filtración y establecer un plan de mantenimiento para asegurar que estén disponibles.
- Estandarizar el contenedor del kit de contención en toda la planta.
- Colocar etiquetas magnéticas para facilitar la identificación del lubricante.
- Señalizar cilindros vacíos para destinarlos a otro uso.
- Fabricar bandejas de contención para goteos.
- Estandarizar etiquetas de señalización y asegurar su fabricación masiva.
- Mantener stock de envases para trasvase por tipo de aceite.
- Implementar estación de acondicionamiento de lubricantes.
- Implementar equipo para traslado de cilindros.
- Establecer procedimiento para muestreo de lubricante.

4.2.3 Oportunidades de mejora en procedimiento y guías

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Establecer estrategia para muestreo de aceite de equipos críticos.
- Elaborar guías para equipos críticos.

- Elaborar el manual de lubricación.
- Estandarizar PETS.

4.2.4 Oportunidades de mejora en técnicas de muestreo

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Identificar los puntos de muestreo en los diagramas de lubricación.
- Estandarizar puntos de lubricación.
- Elaborar estrategia y procedimientos para muestreo de aceites nuevos y usados.
- Señalizar por medio de etiquetas los puntos de muestreo.
- Evaluar muestreo de grasas en equipos críticos.
- Identificar equipos con puntos de muestreo primarios y secundarios.
- Asegurar la certificación del 100% del personal.
- Asegurar correcto almacenamiento de herramientas.

4.2.5 Oportunidades de mejora en control de contaminación

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Adquirir e instalar dializadores de alto flujo en las salas de lubricación de chancado y pebbles.
- Capacitar al personal en correctas prácticas de trabajo que eviten la contaminación del lubricante.
- Implementar graseras con tapas y cadenas de protección.

- Implementar carro portátil de lubricación en salas de pebbles y chancado.
- Estandarizar tipo de respirador para los depósitos de aceite.
- Evaluar la compra de nuevo dializador.

4.2.6 Oportunidades de mejora en análisis de lubricantes

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Actualizar estrategia de muestreo.
- Evaluar la compra de contador de partículas portátil.
- Elaborar estrategia para muestreo de aceites nuevos y actualizar línea base.
- Usar Power BI para facilitar la reportabilidad.
- Asegurar que el personal del laboratorio de análisis tiene certificaciones MLA2.

4.2.7 Oportunidades de mejora en prácticas de lubricación y relubricación

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Estandarizar señalización de nivel de aceite.
- Elaborar cartillas con diagramas y planos de lubricación para todos los equipos de planta que requieren ser lubricados.
- Continuar con la estandarización de lubricadores automáticos en los equipos que lo requieran.

- Actualizar programa de fase 2.
- Implementar la técnica de ultrasonido acústico para la correcta lubricación de equipos.
- Actualizar límites condenatorios para reemplazo de lubricantes, iniciando por equipos críticos.

4.2.8 Oportunidades de mejora en entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Personal debe tener como mínimo certificación MLT1.
- Entrenar al personal de operaciones en actividades básicas de inspección y lubricación.
- Evaluar correcta operación de equipos.

4.2.9 Oportunidades de mejora en administración del programa de lubricación

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Definir claramente las responsabilidades de personal de lubricación.
- Capacitar al operador en procedimiento de limpieza y cuidados del lubricante.
- Asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de lubricación.
- Capacitar al operador en la generación de avisos para corregir

condiciones de lubricación.

4.2.10 Oportunidades de mejora en metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Comprar dializadores de alto flujo.
- Actualizar límites condenatorios para el reemplazo de lubricantes.
- Evaluar la implementación de un software para seguimiento al cumplimiento del programa.

4.2.11 Oportunidades de mejora en prácticas de seguridad

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Entrenar al personal de operaciones para el uso del kit antiderrames.
- Estandarizar el contenedor para el kit.
- Definir alcance de labores del mecánico y del lubricador en campo.
- Asegurar tener impresas las hojas MSDS del lubricante en el taller.
- Mejorar condiciones de almacenamiento en taller de lubricantes.
- Mejorar condiciones de manejo de lubricante usados en taller.

4.2.12 Oportunidades de mejora continua

De los aspectos identificados en la auditoría interna, se tiene las siguientes oportunidades de mejora:

- Realizar un levantamiento de todos los equipos que no cuentan con punto de muestreo.
- Actualizar límites condenatorios de los lubricantes.
- Establecer KPI's para el seguimiento al programa de lubricación.
- Elaborar programa de auditorías internas.

4.3 Mecanismos de control

Como mecanismos de control para asegurar la mejora en la gestión de la lubricación en planta concentradora, de los puntos anteriores en 4.1 tenemos la identificación de las desviaciones de los aspectos evaluados en la auditoría interna y en el punto 4.2 se ha identificado las oportunidades de mejora relacionadas a las desviaciones, con esta información se deben implementar las siguientes medidas de control:

- Plan de trabajo a corto y mediano plazo orientado a disminuir y/o eliminar las desviaciones. Con reportes periódicos de cumplimiento para monitorear desviaciones y corregirlas oportunamente.
- Implementar KPI's para el control de las actividades del área que permitan monitorear la mejora a medidas que las acciones del plan se van ejecutando, midiendo la efectividad de las medidas implementadas.
- Realizar auditorías periódicamente para evaluar los avances del plan en las fechas comprometidas y el cumplimiento de los objetivos trazados. Al mismo tiempo identificar nuevas oportunidades de mejora.
- Mejora continua de las actividades de gestión de lubricación, luego de alcanzar las metas trazadas, se debe elaborar nuevos objetivos y acciones para alcanzarlos.

4.3.1 Plan de trabajo a corto y mediano plazo

Del punto 4.2 tenemos identificadas las oportunidades de mejora en cada uno de los 12 aspectos auditados internamente para una gestión de lubricación de clase mundial, con esta información se consolida el plan de trabajo a corto plazo tiene un alcance de 6 meses y mediano plazo de 7 a 12 meses, detallando responsables y fechas de cumplimiento. Solamente se considera estos dos plazos, ya que la implementación no debe tomar más de 1 año debido a la urgencia en mejorar la gestión de lubricación de forma inmediata. El detalle del plan a corto plazo lo tenemos en el Anexo 4 y el de mediano plazo en el Anexo 5. Este plan contiene información de las actividades a ejecutar, los responsables del cumplimiento, el presupuesto estimado, la fecha límite de cumplimiento y la criticidad de la acción a implementar. Para el caso del plan a corto plazo tenemos en la figura 16 las acciones y los responsables por cargo que ocupan:

Figura 16

Acciones , responsables y prioridad del plan a corto plazo

Item	Oportunidad de mejora	Responsable	Cuando	Presupuesto US \$	Prioridad	Resultado Esperado
1 Estándares, Consolidación y Logística						
1.1	Se debe elaborar el manual de lubricación y los procedimientos específicos para las actividades del área de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Estandarizar los trabajos de lubricación en campo.
1.2	Solicitar al proveedor la certificación de los lubricantes por lotes recepcionados.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	0	Baja	Asegurar calidad del lubricante.
1.3	Catalogar los lubricantes faltantes para asegurar los stock.	Planificador	15/03/2023	0	Media	Stock adecuado de lubricantes.
2 Almacenamiento / Manipuleo / Disposición						
2.1	Continuar con la implementación de 5S.	Jefe de Confiabilidad	28/02/2023	0	Alta	Orden y limpieza sostenible de zona de trabajo.
2.2	Implementar procedimiento de limpieza en taller de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	15/03/2023	0	Media	Orden y limpieza sostenible del taller.
2.3	Asegurar la disponibilidad de camión grúa para desechar aceites usados.	Ingeniero de Confiabilidad	28/02/2023	0	Baja	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.
2.4	Personal debe disponer adecuadamente los aceites usados.	Técnico Lubricación	28/02/2023	0	Media	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.
2.5	Colocar etiquetas magnéticas para facilitar la identificación del lubricante.	Jefe de Confiabilidad	30/04/2023	10K	Alta	Evitar mezclar lubricantes.
2.6	Señalar cilindros vacíos para destinarlos a otro uso.	Técnico Lubricación	28/02/2023	5K	Alta	Adecuada clasificación de residuos y reciclaje.
2.7	Fabricar bandejas de contención para goteos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	20K	Media	Evitar derrames de lubricantes.
2.8	Establecer procedimiento para muestreo de lubricante.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Alta	Estandarizar el muestreo de aceite.
3 Procedimientos / Guías						
3.1	Establecer estrategia para muestreo de aceite de equipos críticos.	Jefe de Confiabilidad	15/04/2023	0	Alta	Estandarizar el muestreo de aceite.
3.2	Elaborar el manual de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Estandarizar la gestión de lubricación.
3.3	Estandarizar PETS.	Jefe de Confiabilidad	15/05/2023	0	Media	Estandarizar las ejecución de trabajos en campo.
4 Técnicas de Muestreo						
4.1	Identificar los puntos de muestreo en los diagramas de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Media	Facilitar los muestreos de aceite.
4.2	Estandarizar puntos de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	0	Media	Facilitar labores del lubricador.
4.3	Elaborar estrategia y procedimientos para muestreo de aceites nuevos y usados.	Ingeniero de Confiabilidad	15/05/2023	0	Baja	Estandarizar el muestreo de aceites.
4.4	Señalar por medio de etiquetas los puntos de muestreo.	Técnico Lubricación	31/05/2023	10K	Media	Facilitar actividades en campo.
4.5	Evaluar muestreo de grasas en equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Baja	Mejorar gestión de trabajos.
4.6	Identificar equipos con puntos de muestreo primarios y secundarios.	Ingeniero de Confiabilidad	15/05/2023	0	Media	Facilitar actividades en campo.
4.7	Asegurar correcto almacenamiento de herramientas.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	20K	Media	Disponibilidad de herramientas en todo momento.
5 Control de la Contaminación						
5.1	Capacitar al personal en correctas prácticas de trabajo que eviten la contaminación del lubricante.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	50K	Alta	Mejorar calidad del trabajo e incrementar vida del lubricante.
6 Análisis de Lubricantes						
6.1	Actualizar estrategia de muestreo.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Mejorar actividad de muestreo.
6.2	Elaborar estrategia para muestreo de aceites nuevos y actualizar línea base.	Ingeniero de Confiabilidad	23/04/2023	0	Media	Estandarizar actividades de muestreo.
7 Prácticas de Lubricación y Relubricación						
7.1	Entrenar al personal de operaciones en actividades básicas de inspección y lubricación.	Técnico Lubricación	30/04/2023	30K	Alta	Incrementar habilidades del operador.
7.2	Evaluar correcta operación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Alargar vida del equipo.
7.3	Actualizar límites condenatorios para reemplazo de lubricantes, iniciando por equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.
8 Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación						
8.1	Entrenar al personal de operaciones en actividades básicas de inspección y lubricación.	Técnico Lubricación	31/05/2023	30K	Media	Incrementar habilidades del operador.
8.2	Evaluar correcta operación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Alargar vida del equipo.
9 Administración del Programa						
9.1	Definir claramente las responsabilidades de personal de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/03/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación
9.2	Capacitar al operador en procedimiento de limpieza y cuidados del lubricante.	Técnico Lubricación	30/04/2023	20K	Media	Incrementar duración del lubricante
9.3	Capacitar al operador en la generación de avisos para corregir condiciones de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	10K	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación
10 Metas del Programa / Evaluación						
10.1	Actualizar límites condenatorios para el reemplazo de lubricantes.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.
11 Prácticas de Seguridad						
11.1	Entrenar al personal de operaciones para el uso del kit antiderrames.	Técnico Lubricación	15/05/2023	5K	Media	Mejorar la respuesta frente a un derrame.
11.2	Estandarizar el contenedor para el kit.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	20K	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.
11.3	Definir alcance de labores del mecánico y del lubricador en campo.	Jefe de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.
11.4	Asegurar tener impresas las hojas MSDS del lubricante en el taller.	Ingeniero de Confiabilidad	15/03/2023	0	Alta	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.
12 Mejora Continua						
12.1	Realizar un levantamiento de todos los equipos que no cuentan con punto de muestreo.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.
12.2	Actualizar límites condenatorios de los lubricantes.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.

Nota. Fuente Propia

Para el caso del plan a mediano plazo tenemos en la figura 17 las acciones, responsables por cargo que ocupan y prioridad:

Figura 17

Acciones, responsables y prioridad del plan a mediano plazo

Item	Oportunidad de mejora	Responsable	Cuando	Presupuesto US \$	Prioridad	Resultado Esperado
1 Estándares, Consolidación y Logística						
1.1	Los contratos a futuro deben incluir soporte técnico en campo y aseguramiento de stock de los lubricantes requeridos.	Jefe de Confiabilidad	31/12/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
1.2	Realizar la revisión de los lubricantes de Fase 2 para los equipos que aún no cuentan con programa y homologar por medio de la gestión de cambio.	Ingeniero de Confiabilidad	30/08/2023	0	Media	Asegurar stock del lubricante.
2 Almacenamiento / Manipuleo / Disposición						
2.1	Mejorar las condiciones de ventilación, almacenamiento e iluminación en taller de lubricación.	uperintendente de Ing. Mant	31/01/2024	20K	Media	Orden y limpieza sostenible de zona de trabajo.
2.2	Habilitar tanque de aceites residuales.	Jefe de Confiabilidad	30/09/2023	10K	Baja	Orden y limpieza sostenible del taller.
2.3	Inventariar equipos de filtración y establecer un plan de mantenimiento para asegurar que estén disponibles.	Ingeniero de Confiabilidad	30/06/2023	20K	Alta	Disponibilidad de equipos y calidad de trabajo.
2.4	Estandarizar el contenedor del kit de contención en toda la planta.	Jefe de Confiabilidad	30/07/2023	5K	Media	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.
2.5	Estandarizar etiquetas de señalización y asegurar su fabricación masiva.	Ingeniero de Confiabilidad	30/07/2023	20K	Alta	Evitar mezclar lubricantes.
2.6	Mantener stock de envases para trasvase por tipo de aceite.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	5K	Alta	Evitar contaminar los aceites.
2.7	Implementar estación de acondicionamiento de lubricantes.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	20K	Alta	Asegurar calidad del aceite.
2.8	Implementar equipo para traslado de cilindros.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	5K	Media	Mejorar condiciones de seguridad.
3 Procedimientos / Guías						
3.1	Elaborar guías para equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	30/12/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
4 Técnicas de Muestreo						
4.1	Asegurar la certificación del 100% del personal.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
5 Control de la Contaminación						
5.1	Adquirir e instalar dializadores de alto flujo en las salas de lubricación de chancado y pebbles.	uperintendente de Ing. Mant	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.2	Implementar graseras con tapas y cadenas de protección.	Jefe de Confiabilidad	15/10/2023	5K	Media	Facilitar labores del lubricador.
5.3	Implementar carro portátil de lubricación en salas de pebbles y chancado.	Jefe de Confiabilidad	15/10/2023	5K	Baja	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.4	Estandarizar tipo de respirador para los depósitos de aceite.	Ingeniero de Confiabilidad	15/10/2023	20K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.5	Evaluar la compra de nuevo dializador.	Jefe de Confiabilidad	31/12/2023	20K	Baja	Mejorar gestión de trabajos.
6 Análisis de Lubricantes						
6.1	Evaluar la compra de contador de partículas portátil.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	20K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
6.2	Usar Power BI para facilitar la reportabilidad.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	10K	Media	Facilitar difusión de información.
6.3	Asegurar que el personal del laboratorio de análisis tiene certificaciones MLA2.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
7 Prácticas de Lubricación y Relubricación						
7.1	Personal debe tener como mínimo certificación MLT1.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
7.2	Actualizar programa de fase 2.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	0	Media	Mejorar habilidades del personal.
7.3	Implementar la técnica de ultrasonido acústico para la correcta lubricación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/01/2024	15K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
8 Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación						
8.1	Personal debe tener como mínimo certificación MLT1.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
9 Administración del Programa						
9.1	Asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	30/10/2023	30K	Alta	Alargar vida del equipo.
10 Metas del Programa / Evaluación						
10.1	Comprar dializadores de alto flujo.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	30K	Media	Alargar vida del equipo.
10.2	Evaluar la implementación de un software para seguimiento al cumplimiento del programa.	Jefe de Confiabilidad	30/10/2023	20k	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
11 Prácticas de Seguridad						
11.1	Mejorar condiciones de almacenamiento en taller de lubricantes.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	70K	Media	Incrementar vida del lubricante
11.2	Mejorar condiciones de manejo de lubricante usados en taller	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	80K	Media	Orden y limpieza de la zona.
12 Mejora Continua						
12.1	Establecer KPI's para el seguimiento al programa de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	30/09/2023	0	Alta	Mejorar la Gestión de lubricación.
12.2	Elaborar programa de auditorías internas	Jefe de Confiabilidad	15/09/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.

Nota. Fuente Propia

4.3.2 Implementar KPI's de control

Otro aspecto para controlar y evidenciar las mejoras consiste en implementar indicadores de gestión claves (KPI's) que permitan realizar las mediciones en forma continua de los diversos aspectos de la gestión de la lubricación y al mismo tiempo permitan realizar ajustes de manera oportuna a aquellos aspectos de menor rendimiento con mayores desviaciones con respecto a los valores deseados.

Para el caso de la gestión de lubricación es importante controlar los siguientes aspectos:

- Cumplimiento del plan de lubricación comparando porcentualmente lo planeado frente a lo ejecutado. Un valor del 100% indicaría que estamos ejecutando de manera adecuada el plan de lubricación.
- Cumplimiento del plan de muestreo de aceites comparando porcentualmente lo planeado frente a lo ejecutado. Un cumplimiento del 100% indica un buen cumplimiento de los muestreos.
- Cumplimiento del análisis de aceites comparando porcentualmente lo planeado frente a lo ejecutado. Obteniendo un valor del 100% es una buena indicación que se están realizando todos los análisis, siendo esta la principal herramienta predictiva, que permite saber la condición del aceite y alertar en caso de la presencia de contaminantes por encima de los valores condenatorios.
- Levantamiento de observaciones relacionadas a la lubricación por análisis de falla, comparando porcentualmente las acciones identificadas frente a las acciones ejecutadas.
- Fallas por deficiente lubricación, mencionando la cantidad de fallas ocurridas por deficiencias en este aspecto, el número debe ser lo más

cercano a cero.

- Costos que debe reflejar porcentualmente el cumplimiento de lo ejecutado frente a lo presupuestado, buscando que sea menor al 100%, que sería una indicación que estamos realizando ahorros.

En la Tabla 14 tenemos un resumen de los indicadores que serán implementados y los valores esperados.

Tabla 14

Indicadores clave para la gestión de lubricación

	Indicador	Cálculo	Unidad de medida	Frecuencia	Valor Objetivo
1	Cumplimiento del plan de lubricación	Tareas ejecutadas/Tareas planeadas	Porcentual	Mensual	100%
2	Cumplimiento del plan de muestreo	Puntos de muestreo ejecutado/Puntos de muestreo planeado	Porcentual	Mensual	100%
3	Cumplimiento del análisis de aceites	Análisis ejecutados/Análisis planeados	Porcentual	Mensual	100%
4	Levantamiento observaciones ACR	Observaciones ejecutadas/ Observaciones identificadas	Porcentual	Mensual	100%
5	Fallas por lubricación	# Fallas por lubricación	Porcentual	Mensual	0 eventos
6	Costos	Costos ejecutado/Costo planeado	Porcentual	Mensual	<= 100%

Nota. Esta tabla muestra indicadores, forma de cálculo, frecuencia de medición y el valor esperado

4.3.3 Auditorías internas

El presente trabajo de investigación fue elaborado en base a una auditoría interna, que permitió en primer lugar de una manera ordenada y metodológica evaluar todos los aspectos relacionados a la gestión de lubricación, identificando su situación actual y las oportunidades de mejora.

El tener un plan de auditorías anuales permitirá monitorear los avances en la optimización del proceso de gestión de lubricación con la participación de

todos los actores clave en la ejecución y mejora en campo. De tal manera que nos permita continuamente conocer nuestro estado actual y las oportunidades de mejora en forma objetiva.

Al mismo tiempo el utilizar la herramienta en forma continua también permitirá que la optimicemos periódicamente adicionando nuevos elementos para verificar en campo aplicando la mejora continua.

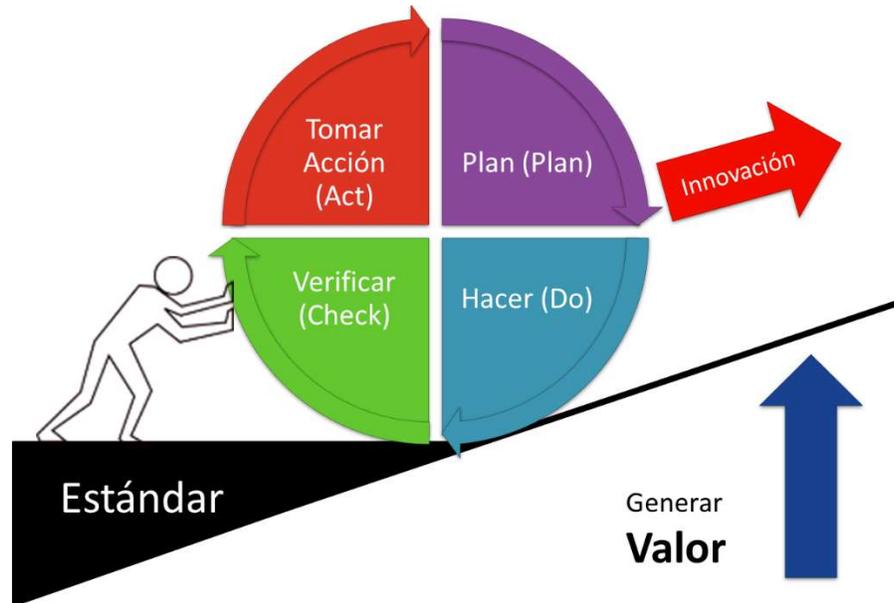
Se recomienda por lo menos auditar internamente una vez al año la gestión de lubricación para equipos de planta.

4.3.4 Kaizén - Mejora continua

Según el Instituto Mexicano de Lean Construction la mejora continua es una manera de alcanzar la excelencia, tal como podemos apreciarlo en la Figura 16, el ciclo de mejora permite visualizar los problemas o deficiencias en nuestro proceso y al mismo tiempo es una metodología que no permite resolverlos, fijando estándares que nos sirvan de línea base, para el caso de la investigación una de las actividades a ejecutar consiste en elaborar el manual de lubricación y procedimientos internos, lo cual nos permite asegurar cimientos sólidos, para luego aplicar el ciclo de planear, hacer, verificar y actuar camino a conseguir la innovación de la situación actual.

Figura 18

Ciclo de mejora continua



Nota. Fuente Instituto Mexicano de Lean Construction.

Como aspecto importante para cualquier gestión de clase mundial es importante evaluar la situación actual mencionado por Berna (2021) y buscar oportunidades de mejorarla, para nuestro caso es la primera vez que se realiza este tipo de evaluación en Minera Chinalco, hemos identificado un buen número de oportunidades de mejorar la gestión de lubricación, justamente la mejora continua necesita aplicar esta metodología que identifica oportunidades y las implementa de una manera sistemática.

CAPÍTULO V: SUGERENCIAS

De la investigación realizar para la mejora de la gestión de la lubricación en planta de procesos de Minera Chinalco Perú SA, obtenemos las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 CONCLUSIONES

Luego de culminada la investigación y realizada la auditoría interna se tienen las siguientes conclusiones principales:

- Se identifican clara y objetivamente oportunidades para mejorar la gestión de la lubricación en los 12 aspectos evaluados identificando 39 oportunidades en el corto plazo y 31 en el mediano plazo.
- El no contar con un manual de lubricación dificulta la estandarización de actividades dejándolas a criterio de las personas, es de suma importancia contar con un manual de lubricación que sirva de guía a todas las actividades relacionadas con este aspecto.
- El personal responsable de la actividad de lubricación no ha recibido capacitación especializada en el tema, siendo necesaria la capacitación especializada al personal que realizar la lubricación en los equipos de planta, con la finalidad de dar herramientas que permitan asegurar la calidad de los trabajos. Impulsando que el personal sea certificado para esta actividad.
- La elaboración y estandarización de procedimientos y de lubricantes permitirán tener un mejor control los costos asociados.
- Implementar las oportunidades de mejora identificadas permitirá evitar la aparición de fallas imprevistas y alcanzar los tiempos esperados en la vida de los lubricantes.

- El personal de operaciones no participa en las actividades de lubricación, es importante involucrar al personal de operaciones en las actividades de lubricación básica e inspecciones.
- No existe una manera formal de comunicación de las observaciones en campo, por tanto, no se puede actuar en forma preventiva, es necesario implementar la generación avisos sobre desviaciones identificadas en campo.
- El tiempo para implementar el plan está en un plazo de 1 año, primero con las acciones de corto plazo y luego con las de mediano plazo, por los tiempos de adquisición e implementación. Siendo el presupuesto estimado de US \$ 750K.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar auditorías internas una vez al año, para monitorear el avance de la gestión en lubricación.
- Se recomienda revisar mensualmente el plan de mejora a corto y mediano plazo para monitorear avances y realizar ajustes cuando haya alguna desviación.
- Se recomienda realizar un especial seguimiento a las acciones correctivas resultado del análisis de falla bajo responsabilidad del área de lubricación, verificando su implementación y la eficacia de la misma.
- Se recomienda capacitar y certificar al personal responsable por la actividad de lubricar equipos para que cuenten con los criterios básicos para la actividad.
- Se recomienda mejorar las condiciones del taller de lubricación, para evitar contaminar los lubricantes.

- Se recomienda involucrar al personal de operaciones por medio de capacitación en un primer momento y luego su participación en generar avisos sobre desviaciones identificadas en campo, lo que permitirá al área de mantenimiento actuar en forma preventiva.
- Se recomienda homologar algunos lubricantes para disminuir la cantidad de lubricantes en stock.
- Se recomienda la generación inmediata de los KPI's del área, que permitan monitorear el desempeño y tomar acciones preventivas para los indicadores que no alcancen los valores deseados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, N. (marzo 2012). *Los 10 Pilares de la Gestión para un Plan de Lubricación Exitoso*. <https://equipo-minero.com>.
- Améndola, L. (2011). *Gestión Integral del Mantenimiento de Activos como Estrategia de Negocios*. 16vo Congreso Iberoamericano de Mantenimiento Barcelona.
- Asturias Corporación Universitaria (01 de setiembre de 2022). *Mejora Continua*. https://www.centro-irtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento_calidad/unidad1_pdf2.pdf.
- Auditoria al programa de Lubricación y Filtración (10 Julio de 2022). *Auditoría de Lubricación*. <https://www.widman.biz/boletines/89.php>.
- Auditoría Interna (05 de agosto de 2022). *Definiciones Auditoría Interna*. <https://economipedia.com/definiciones/auditoria-interna.html>.
- Barriga, J. (21 de febrero 2022). Auditoría de Gestión de la Lubricación. <https://www.researchgate.net>.
- Berna, M. (2015). *Gestión por Procesos y Mejora Continua*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Boero, C. (1998). *Mantenimiento industrial*. Córdoba: Editorial Universitas.
- De Bona, J. (1999). *Gestión del Mantenimiento*. Fundación Confemetal.
- Diccionario de la Real Academia de Lengua Española (10 de Setiembre 2022). *Definición de Lubricación*. <https://dle.rae.es>
- Equipo Minero. *Los 10 Pilares de la Gestión para un Plan de la Lubricación Exitoso*. <https://www.equipo-minero.com/estrategiasmineras/los-10-pilares-de-la-gestion-para-un-plan-de-lubricacion-exitoso/>.
- Etapas y fases de la Auditoría Interna (29 de julio de 2022). *Fases de Auditoría Interna*. <https://www.piranirisk.com/es/blog/etapas-y-fases-de-la-auditoria-interna>.

interna.

Fernandez, R. (2018). *Procesos y Gestión de Mantenimiento y calidad*. España. Marcombo.

Garcia Palencia, O. (2010). *Gestión Integral del Mantenimiento basada en la Confiabilidad*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Gwidon, W. S. (2005). *Engineering Tribology*. USA: Third Edition, Elsevier Butterworth- Heinemann.

Kaizen (23 de agosto de 2022). *Concepto Alcances y su Proceso*. https://carlosalbertonavatornel.weebly.com/uploads/2/6/1/8/26186377/kaizen_conceptos_alcances_y_su_proceso.pdf.

Mejora continua (01 abril 2021). *Ciclo de Mejora Continua*. <https://lcimexico.org/articulos/mejora-continua-buscando-la-excelencia/>.

Mobley, K. (1999). *Root Cause Failure Analysis*. USA: Plan Engineering Maintenance Series.

Nakahima, S. (1984). *TPM*. Madrid: Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas.

Pirro, D. M. (2001). *Lubrication Fundamentals*. USA: Second Edition, Marcel Dekker, Inc.

Prando, R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida*. Guatemala: Editorial Piedra Santa.

Riera, M. (20 de enero de 2020). *Re: Cancelar hipoteca o invertir* [Comentario en foro en línea]. <https://www.helpmycash.com/preguntas/30255/cancelar-hipoteca-o-invertir>.

SKF (15 Agosto 2022). *Gestión de la Lubricación*. <https://www.skf.com/pe/services/asset-management-services/lubrication-management>.

Souris, J. (1992). *El Mantenimiento Fuente de Beneficios*. España: Ediciones Díaz

de Santos, SA.

Tavares, L. (1998). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.

Totten, G. E. (2006). *Handbook of Lubrication and Tribology*. USA: Second Edition, Taylor & Francis Group.

Trujillo, G. (2012). *Interpretación de Análisis de Lubricantes*. Noria Latin American.

Westerkamp, T. A. (1997). *Maintenance Manager's Standard Manual*. USA: Second Edition, Prentice Hall Inc.

Wireman, T. (2004). *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. New York: Industrial Press Inc.

Wireman, T. (2008). *Preventive Maintenance*. USA: Reliabilityweb.com.

ANEXOS

Anexo 01 Formato de Auditoría

Auditoría Interna de Lubricación				
Item	Elemento de Auditoría	Condiciones	Puntuación	Recomendaciones
1	Estándares, Consolidación y Logística			
	Uso de contrato de compra			
	Uso de Estándares de lubricantes.			
	Procedimientos para revisión de especificaciones de los lubricantes			
	Aseguramiento de la calidad del proveedor de lubricantes			
	Adecuada selección de los lubricantes			
	Coordinación entre Logística e Ingeniería.			
2	Almacenamiento / Manipuleo / Disposición			
	Orden y limpieza del almacén			
	Procedimiento de almacenamiento de cilindros nuevos / filtros nuevos			
	Condición de almacenamiento y ventilación			
	Disposición de los aceites usados			
	Remoción de los cilindros vacíos			
	Mantenimiento del equipo portátil de filtración			
	Separación de los items no relacionados con la lubricación			
	Unidad de respuesta contra derrames de aceites y procedimientos de contingencia			
	Separación de los cilindros según cantidad de aceite en los mismos. Cilindros vacíos.			
	Etiquetado de los cilindros / filtros nuevos y usados			
	Identificación de los cilindros vacíos			
	Almacenamiento y disposición de los cilindros vacíos / filtros usados			
	Uso de bandejas de contención para goteos			
	Uso de indicador de nivel en los cilindros			
	Tag en la boquilla del cilindro con el tipo y viscosidad del aceite			
	Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia en los venteos de los cilindros			
	Almacenamiento y limpieza de los embudos			
	Uso de botellas de trasvase			
	Establecimiento de la vida de los aceites y grasas			
	Etiquetado de las pistolas de engrase y clasificación			
	Equipo para transportar los cilindros			
	Uso de filtros de alta eficiencia para llenar grandes reservorios			
	Verificación de la limpieza de las botellas de trasvase reusables			
Verificación de la pureza del aceite en las botellas de trasvase				
Procedimiento de almacenamiento para el aceite usado / uso de un solo cilindro				
3	Procedimientos / Guías			
	Disponibilidad de políticas para adhesión estricta a los procedimientos			
	Disponibilidad de procedimientos escritos para el muestreo de lubricantes			
	Disponibilidad de guías y ayudas para cada punto de lubricación			
	Disponibilidad del manual de lubricación			
	Procedimientos para análisis de laboratorio			

4	Técnicas de Muestreo			
	Establecimiento de procedimientos de muestreo. Incorporación de diagramas y gráficos en los procedimientos.			
	Procedimientos y técnicas de muestreo de aceites nuevos.			
	Procedimientos de muestreo de aceites usados			
	Identificación de puntos de muestreo, tipo de aceite, número de file			
	Muestreo de grasas.			
	Uso de tomas o puertos de muestreo adecuados			
	Identificación de los mismos. Estandarización de acoples fittings			
	Conocimiento del nivel de limpieza de las botellas de muestreo			
	Disponibilidad de procedimientos de muestreos claros y específicos. Materiales y herramientas.			
Uso de etiquetas de muestreo pre-impresas.				
Nivel de entrenamiento de encargados de tomar muestras.				
5	Control de la Contaminación			
	Uso de sistema de filtración en línea y fuera de línea.			
	Procedimientos de reparación y ensamblaje con estricta limpieza			
	Seguimiento de especificaciones recomendadas para el cambio de componentes			
	Uso de graseras a prueba de polvo y filtros adecuados de reconocida calidad			
	Adecuada selección e instalación de sellos			
	Adecuado mantenimiento de sellos y empaquetaduras			
	Uso de carro portátil de filtrado para llevar los cilindros hacia la ubicación de los equipos.			
	Efectividad de los venteos en los reservorios / Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia			
	Limpieza de los venteos de reservorios			
Uso de vestimenta y herramientas limpias.				
Uso de carro portátil de filtrado.				
6	Análisis de Lubricantes			
	Frecuencia apropiada de muestreo por máquina			
	Análisis de oxidación de aceites.			
	Uso cartillas de muestreos			
	Uso de métodos de análisis en sitio			
	Establecimiento de líneas base en la condición del aceite.			
	Reportes y documentación efectiva del análisis de lubricantes			
Reportes con adecuada interpretación.				
7	Prácticas de Lubricación y Relubricación			
	Uso de placas de identificación / colores para indicar los niveles			
	Uso de cartillas y planos de lubricación			
	Uso de vasos lubricadores			
	Uso de métodos cuantitativos para el engrase (intervalos y cantidades)			
	Retroalimentación de los análisis de lubricantes para los cambios de las prácticas de lubricación y frecuencias.			
8	Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación			
	Nivel de habilidades y entrenamiento en PdM.			
	Nivel de entrenamiento en lubricación en otras áreas (Mantenimiento Preventivo y Correctivo)			
	Nivel de entrenamiento en lubricación de los operadores de los equipos			
	Entrenamiento formal de OJT para la lubricación y tareas de muestreo			

9	Administración del Programa			
	Programa claro. Designación clara de responsabilidades.			
	Responsabilidades de lubricación entre operaciones y mantenimiento			
	Comunicaciones entre operaciones y mantenimiento			
	Uso de órdenes de trabajo.			
	Metas y oportunidades de mejora.			
10	Metas del Programa / Evaluación			
	Disponibilidad de metas de limpieza.			
	Disponibilidad de metas de desgaste.			
	Disponibilidad de límites de oxidación para los lubricantes.			
	Establecimiento de parámetros predictivos para evaluar el progreso del programa.			
11	Prácticas de Seguridad			
	Control efectivo de recuperación de derrames y fugas.			
	Manejo proactivo de las fugas.			
	Adecuadas precauciones en manejo de materiales químicos.			
	Prácticas de seguridad y respeto al medioambiente.			
12	Mejora Continua			
	Revisión de puntos de muestreo.			
	Revisión periódica de los niveles de alarma.			
	Identificación de problemas recurrentes			
	Evaluación del Programa periódicamente y comparación del mismo con estándares industriales de mejores prácticas.			

Anexo 02 Resumen de Resultados de Auditoría

Item	Aspecto Evaluado	Resultado
1	Estándares, consolidación y logística.	2.5
2	Almacenamiento, manipulación y disposición.	6.7
3	Procedimiento y guías.	4.0
4	Técnicas de muestreo.	3.4
5	Control de contaminación.	6.0
6	Análisis de lubricantes.	6.5
7	Prácticas de lubricación y re-lubricación.	4.5
8	Entrenamiento, especificaciones de habilidades y certificación.	1.0
9	Administración del programa de lubricación.	7.0
10	Metas del programa de lubricación y evaluación de su cumplimiento.	5.5
11	Prácticas de seguridad.	7.0
12	Mejora continua.	2.0



Anexo 03 Detalle de Resultados de Auditoría

Auditoría Interna de Lubricación - Planta					
Item	Elemento de Auditoría	Condiciones	Peso Puntuación	Puntuación Auditoría	Recomendaciones
1	Estándares, Consolidación y Logística		10	2.5	
	Uso de contrato de compra	Area de Materiales y Contratos celebra un contrato con Mobil para el suministro de aceites, soporte técnico con poca presencia en la operación. Caso de una inadecuada recomendación de homologación de aceite (Mobilub C90 vs. MobilgearXP150) Actualmente con problemas de suministros de aceites por escases de insumos y en proceso de homologación de aceites por discontinuidad.	1	0.5	Contratos futuros deben incluir soporte técnico y aseguramiento de los aceites requeridos.
	Uso de Estándares de lubricantes.	No se cuenta con un estándar de lubricación	1	0	Se debe generar un Manual de Lubricación y procedimientos específicos
	Procedimientos para revisión de especificaciones de los lubricantes	No se cuenta con un estándar de lubricación	3	0	se debe generar un Manual de Lubricación y procedimientos
	Aseguramiento de la calidad del proveedor de lubricantes	No se cuenta con las hojas de certificación de calidad de los lubricantes	2	0	Solicitar al proveedor la certificación de los lubricantes por lotes recepcionados
	Adecuada selección de los lubricantes	La selección de los aceites se realzo bajo especificaciones de los manuales de los equipos. Pendiente la revisión de la selección del lubricante para los equipos de Fase 2	2	1.5	Se requiere realizar la revision de los lubricantes de la fase 2 y homologación de aceites por la problematica de mobil. Debe realizarse bajo la politica de "Gestión de Cambio" en los casos que se requiera.
	Coordinación entre Logística e Ingeniería.	Los lubricantes se tienen bajo código de stock, en esto momento en proceso de catalogación de aceites por homologaciones realizadas	1	0.5	Finalizar la catalogación de algunos aceites
2	Almacenamiento / Manipuleo / Disposición		10	6.65	
	Orden y limpieza del almacén	Se realizan actividades de orden y limpieza de manera regular se tiene un programa incompleto de 5's	0.25	0.1	Se puede mejorar en el orden y limpieza. Continuar con la implementación del programa de 5's
	Procedimiento de almacenamiento de cilindros nuevos / filtros nuevos	No hay procedimiento	0.5	0	Implementar procedimiento para el taller de lubricación. Verificar si almacén central cuenta con procedimiento.

Condición de almacenamiento y ventilación	El taller de lubricación no cuenta con una correcta ventilación. No se cuenta con una correcta zona de almacenamiento de lubricantes. Se tiene una deficiente iluminación en zona de carga de descarga de lubricantes, lo cual es observado por operadores de camión grúa por lo cual dificulta estas maniobras.	0.25	0.1	Realizar el diseño e instalación de un sistema correcto de ventilación en el taller. Mejorar la condición de almacenamiento en taller de lubricación. Mejorar iluminación en zona de taller de lubricación para la descarga y carga de lubricantes.
Disposición de los aceites usados	Se realiza el retiro de los cilindros de aceite usados en función a la disponibilidad de camión grúa, por lo cual se pueden tener cilindros por algunos días en algunos puntos de la operación.	0.5	0.25	Aumentar la programación de camión grúa para el área de lubricación. Personal mecánico debe disponer los cilindros de aceites usados luego de sus trabajos programados. Continuar con la habilitación del tanque de almacenamiento de lubricantes residuales.
Remoción de los cilindros vacíos	Se realiza el retiro de los cilindros de aceite vacíos en función a la disponibilidad de camión grúa, por lo cual se pueden tener cilindros por algunos días en algunos puntos de la operación.	0.25	0.1	Aumentar la programación de camión grúa para el área de lubricación y contar con un plan específico periódico de remoción
Mantenimiento del equipo portátil de filtración	Se cuenta con contrato para el mantenimiento de los equipos de dializado.	0.5	0.25	Se requiere realizar un inventario de los equipos de filtración y corroborar el buen funcionamiento. Enviar a mantenimiento los equipos por reparar y verificar el correcto funcionamiento a la entrega
Separación de los items no relacionados con la lubricación	No se guardan materiales o equipos no relacionados con lubricación.	0.25	0.25	
Unidad de respuesta contra derrames de aceites y procedimientos de contingencia	Se cuenta con KITS antiderrames en las principales salas de lubricación de los equipos críticos. Los kits están ubicados en diferentes tipos de contenedores como cilindros metálicos o plásticos, etc.	0.5	0.5	Estandarizar el tipo del contenedor del kit en los diferentes puntos de la planta.
Separación de los cilindros según cantidad de aceite en los mismos. Cilindros vacíos.	Dentro del taller se tiene clasificados los cilindros llenos y los que se van utilizando, no se cuenta con aceites usados dentro	0.25	0.25	
Etiquetado de los cilindros / filtros nuevos y usados	Se cuenta con cilindros identificados dentro del taller de lubricación	0.5	0.5	Fabricación de etiquetas magnéticas con los diferentes tipos de aceites utilizados para una identificación más rápida.
Identificación de los cilindros vacíos	Se tienen identificados cilindros vacíos para algún uso en trabajos de drenado	0.5	0.25	falta la identificación en campo, se confunde con otras áreas llevando a actividades adicionales
Almacenamiento y disposición de los cilindros vacíos / filtros usados	En taller se tiene un área donde se dejan aceites y filtros usados de manera temporal. En algunas oportunidades por disponibilidad de camión grúa, cilindros pueden quedarse en diferentes puntos de la planta unos días hasta conseguir camión para su traslado.	0.5	0.25	Personal mecánico debe disponer los cilindros de aceites usados luego de sus trabajos programados. Se deben etiquetar los cilindros vacíos
Uso de bandejas de contención para goteos	Si se cuenta con bandejas para goteos	0.5	0.5	Fabricar nuevas bandejas de diferentes tamaños para atenciones en campo.
Uso de indicador de nivel en los cilindros	No se tiene	0.5	0	Evaluar la compra .
Identificación en la boquilla del cilindro con el tipo y viscosidad del aceite	Se tiene el cilindro identificado con tipo de aceite y viscosidad	0.5	0.5	Estandarizar etiquetas y fabricación masiva
Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia en los venteos de los cilindros	Filtros alta eficiencia (10micra)	0.5	0.5	
Almacenamiento y limpieza de los embudos	No se tienen embudos	0.25	0.25	

	Establecimiento de la vida de los aceites y grasas	Los aceites en operación son cambiados en los equipos por condición.	0.5	0.5	Revisar con proveedor si aceites tienen definida una vida máxima antes de su utilización
	Etiquetado de las pistolas de engrase y clasificación	Se tienen las pistolas con identificación del tipo de lubricante que se maneja.	0.25	0.25	
	Equipo para transportar los cilindros	Sólo en taller de lubricación se cuenta con equipo para izaje de cilindros en otros puntos de la operación son trasladados con camión grúa y en ubicaciones cortas por el personal	0.25	0.25	Implementar la compra y ubicación de equipo para el traslado de cilindros en los principales equipo de la planta.
	Uso de filtros de alta eficiencia para llenar grandes reservorios	No se cuenta, se realizó el relleno directo de los cilindros y posteriormente se diluye según muestreos	0.25	0	Se requiere la implementación de estación de acondicionamiento de lubricantes.
	Verificación de la limpieza de las botellas de trasvase reusables	Antes de su utilización se realiza la limpieza de las botellas, según el tipo de aceite de cada una de ellas para evitar contaminación cruzada.	0.25	0.1	Reanudar la implementación del programa de 5's
	Verificación de la pureza del aceite en las botellas de trasvase	En caso de tener dudas de la calidad del aceite que se tiene en alguna botella de trasvase, se realiza el muestreo	0.5	0.25	Establecer un procedimiento de lubricación el muestreo de lubricante que este por mas de 3 meses sin utilizar en botellas de trasvase
	Procedimiento de almacenamiento para el aceite usado / uso de un solo cilindro	El aceite usado de deja fuera del taller de lubricación y es retirado en coordinación con el empresa disposición final, evitando tener en el taller aceites usados para minimizar el riesgo de una reutilización.	0.5	0.25	Continuar con la habilitación de tanque de almacenamiento de lubricantes residuales
3	Procedimientos / Guías		10	4	
	Disponibilidad de políticas para adhesión estricta a los procedimientos	Por MCP se cuenta con política de cumplimiento de todos los procedimientos establecidos por la empresa.	2	2	
	Disponibilidad de procedimientos escritos para el muestreo de lubricantes	No se cuenta con procedimientos ni manual de lubricación	2	0	Establecer estrategia para el muestreo de aceites para equipos críticos
	Disponibilidad de guías y ayudas para cada punto de lubricación	No hay diagramas, guías	2	0	Elaboración de guías para equipos críticos
	Disponibilidad del manual de lubricación	No existe el manual de lubricación	2	0	Elaboración de manual de MCP de lubricación
	Procedimientos para análisis de laboratorio	Empresa a cargo de laboratorio cuenta con sus Pets para el análisis de aceites	2	2	Estandarizar Pets como MCP
4	Técnicas de Muestreo		10	3.4	
	Establecimiento de procedimientos de muestreo. Incorporación de diagramas y gráficos en los procedimientos.	Existe procedimiento de la empresa contratista, falta la actualización	2	0	Identificar puntos de muestreo en los diagramas de lubricación. Estandarización de dichos puntos
	Procedimientos y técnicas de muestreo de aceites nuevos.	No se tiene estrategia de muestreo de aceites nuevos	0.5	0	Elaborar estrategia y procedimientos para muestreo de aceites nuevos
	Procedimientos de muestreo de aceites usados	No se tiene estrategia de muestreo de aceites usados	1	0	Elaborar estrategia y procedimientos para muestreo de aceites usados
	Identificación de puntos de muestreo, tipo de aceite, número de file	No se tiene dicha identificación en todos los equipos en planta	1	0.5	Se requiere elaborar etiquetas y empezar con la identificación de todos los puntos de muestreo
	Muestreo de grasas.	No se tiene estrategia de muestreo de grasas Laboratorio no cuenta con los equipos para su análisis.	0.5	0	Evaluar si se requiere el muestreo de grasas en función a equipos críticos
	Uso de tomas o puertos de muestreo adecuados identificación de los mismos. Estandarización de acoples fittings	Se tiene un avance de 60% de instalación de puertos de muestreo	1	0.5	Identificación de equipos con puntos de muestreo primarios y secundarios faltantes y asegurar un estándar en todos los equipos
	Conocimiento del nivel de limpieza de las botellas de muestreo	Personal con certificación MILTI sólo 20%	1	0.2	Asegurar certificación del 100% de los lubricadores

	Disponibilidad de procedimientos de muestreos claros y específicos. Materiales y herramientas.	Si cuentan con las herramientas para un correcto muestreo	1	1	Práctica correcta. Asegurar el correcto almacenamiento de las herramientas. Asegurar certificación de personal para las prácticas correctas.
	Uso de etiquetas de muestreo pre-impresas.	Si se tiene aplicación para la creación de etiquetas	1	1	Práctica correcta.
	Nivel de entrenamiento de encargados de tomar muestras.	Personal con certificación MILTI sólo 20%	1	0.2	Asegurar certificación del 100% de los lubricadores
5	Control de la Contaminación		10	6	
	Uso de sistema de filtración en línea y fuera de línea.	Se cuentan con dializadores (cantidad: xxxx)	1	1	La adquisición de nuevos dializadores de alto flujo. La instalación de dializadores permanentes en las salas de lubricación de equipos críticos como molinos chancadora primaria y pebbles por los eventos de ingreso de contaminación.
	Procedimientos de reparación y ensamble con estricta limpieza	En TRC cuentan con los procedimientos de reparación según el fabricante	1	0.5	Capacitar al personal de TRC en la importancia de las correctas prácticas de manejo de contaminación en los procesos de reparación.
	Seguimiento de especificaciones recomendadas para el cambio de componentes	A cargo de supervisión de ejecución, no se cuenta con evidencias de estos controles	1	0	Capacitar al personal mecánico en la importancia de las correctas prácticas de manejo de contaminación en los procesos de reparación.
	Uso de graseras a prueba de polvo y filtros adecuados de reconocida calidad	Se utilizan filtros de aceites originales en los principales equipos. EL tipo de graseras es el estándar no se cuentan con tapas que protegen ante el ingreso de polvo.	1	0.5	Implementar y estandarizar el uso de graseras con tapas y cadenas para su protección.
	Adecuada selección e instalación de sellos	En algunos equipos como poleas o bombas personal de TRC esta provando algunos sellos que mejoran la respuesta ante el ingreso de contaminación.	1	1	Asegurar el stock de estos nuevos sellos mejorados que esta implementando el TRC.
	Adecuado mantenimiento de sellos y empaquetaduras	Durante actividades de inspección se reportan condiciones que puedan afectar a los sellos de los equipos	1	0.5	Aun por mejorar
	Uso de carro portátil de filtrado para llevar los cilindros hacia la ubicación de los equipos.	En planta se hace uso de camión grúa para el traslado de cilindros de un punto a otro. No se cuenta con carros portátiles para cada área de la planta	1	0	Implementar contar con un carro portátil en las salas de lubricación y en las diferentes áreas de la planta para facilitar el traslado de cilindros en su interior.
	Efectividad de los venteos en los reservorios / Uso de filtros respiraderos de alta eficiencia	Se cuenta con respiradores del tipo desecantes con protección antes el ingreso de particulado y de humedad	1	0.5	Uniformizar en todos los equipos el uso de este tipo de respiradores. Asegurar el stock siempre de los kits de cambio de respiradores.

	Limpieza de los venteos de reservorios	Se realiza según el programa semanal	1	1	
	Uso de vestimenta y herramientas limpias.	Se cuenta con herramientas y EPPs, manejo de tyvex	0.5	0.5	
	Uso de carro portátil de filtrado.	Se cuenta con dializadores	0.5	0.5	Evaluar la compra de nuevos dializadores
6	Análisis de Lubricantes		10	6.5	
	Frecuencia apropiada de muestreo por máquina	Si se cuenta con estrategias de muestreos	2	2	Realizar una actualización en función a los diferentes ACRs que recomiendan una falla por problemas en sistema de lubricación.
	Análisis de oxidación de aceites.	Si se cuenta con equipo en laboratorio y se realiza la medición de oxidación en las muestras	1	1	Buena practica
	Uso cartillas de muestreos	Si se cuenta con cartilla para muestreos según cada ruta	2	1	
	Uso de métodos de análisis in situ	Se cuenta con laboratorio para analisis en la operación. No se cuenta con equipos para realizar un analisis en campo	1	1	Evaluar la adquisición de un contador de partículas portátil para un análisis rápido en campo.
	Establecimiento de líneas base en la condición del aceite.	Se cuenta con líneas base de aceites que se usan en la operación.	2	1	Elaborar estrategia (frecuencia) para muestreo de aceites nuevos y actualización de líneas base
	Reportes y documentación efectiva del análisis de lubricantes	No se tiene software o aplicativo para una fácil reportabilidad y revisión de resultados de análisis de aceites	1	0	En proceso de elaboración por Powerbi de un reporteador
	Reportes con adecuada interpretación.	La interpretación básica la realiza el analista de laboratorio. Se controlan las propiedades del aceite, la contaminación y desgaste. No se tiene análisis de aditivos para analizar degradación.	1	0.5	Asegurar personal certificado en el laboratorio de análisis de aceite, mínimo MILA2
7	Prácticas de Lubricación y Relubricación		10	4.5	
	Uso de placas de identificación / colores para indicar los niveles	No se cuenta en campo con correctas marcas de niveles mínimos y máximos en los equipos	2	0.5	Estandarizar marcas de niveles de aceites en los equipos.
	Uso de cartillas y planos de lubricación	Si se cuenta con cartillas para las rutas de lubricación, sin embargo, no estan incluidos los planos de lubricación.	2	1	Elaborar cartillas con diagramas y planos de lubricación para todos los equipos dentro del programa de lubricación
	Uso de vasos lubricadores	Se cuenta con vasos lubricadores en algunos equipos de planta.	2	1	Continuar con implementación de este tipo de lubricadores y estandarizar su uso en la planta

	Uso de métodos cuantitativos para el engrase (Intervalos y cantidades)	Se cuenta con estrategia para la lubricación que considera la frecuencia y cantidad de lubricante. No hay tarjetas de control en los equipos para el reengrase, que permita saber última fecha de lubricación.	2	1	Realizar una actualización para asegurar que estén en el programa todos los equipos nuevos como la fase 2. Asegurar el uso correcto del ultrasonido acústico para la correcta lubricación de los equipos
	Retroalimentación de los análisis de lubricantes para los cambios de las prácticas de lubricación y frecuencias.	Los cambios de aceite se realizan por condición. Pendiente actualización de límites condenatorios.	2	1	Actualización de límites condenatorios, iniciar con equipos críticos
8	Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación		10	1	
	Nivel de habilidades y entrenamiento en PdM. Nivel de entrenamiento en lubricación en otras áreas (Mantenimiento Preventivo y Correctivo)	Personal con certificación MLT1 sólo 20%, cuenta con experiencia como técnicos mecánicos.	4	1	Personal lubricador debe tener certificación mínima MLT1
	Nivel de entrenamiento en lubricación de los operadores de los equipos	Sin entrenamiento, en algunas oportunidades realizan falsos reportes por niveles incorrectos de lubricantes. No participan en actividades de lubricación.	4	0	Entrenar al personal en nociones básicas de lubricación para un correcto reporte de algunas condición anormal en la lubricación de los equipos
	Entrenamiento formal de OJT (On Job Training) para la lubricación y tareas de muestreo	No se tiene información si se a realizado.	2	0	Evaluar si aplica, para asegurar un correcto operación de los equipos por los operadores en su lugar de trabajo.
9	Administración del Programa		10	7	
	Programa claro. Designación clara de responsabilidades.	Se tiene responsabilidad clara respecto a funciones de lubricación y cumplimiento del programa. No se tiene definida la responsabilidad clara respecto a la ejecución de trabajos correctivos como lo son cambio de algunos componentes como mangueras, válvulas, acopios, etc que suelen presentar fugas de lubricante. Aclarar la limpieza de las diferentes áreas despues de ejecutados trabajos por personal mecánico.	3	1	Definir funciones claramente para el personal de lubricación.
	Responsabilidades de lubricación entre operaciones y mantenimiento	Operaciones no tiene funciones en alguna actividad relacionada con la lubricación. Operaciones no mantiene adecuada limpieza de unidades de lubricación	2	1	Se debe capacitar a operadores respecto a procedimientos inadecuados de limpieza que en alguna oportunidad han realizado ocasionando el daño o contaminación a los sistemas de lubricación. Personal mecánico debe realizar las reparaciones que se requieren para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de lubricación.
	Comunicaciones entre operaciones y mantenimiento	Es adecuada	2	2	
	Uso de órdenes de trabajo.	Los trabajos de lubricación o de análisis de aceites se realizan mediante una orden de trabajo.	3	3	Instruir a operaciones la creación de un aviso para todos su reportes que requieran la atención de alguna condición subestandar en el sistema de lubricación
10	Metas del Programa / Evaluación		10	5.5	
	Disponibilidad de metas de limpieza.	Mantener los niveles de ISO dentro del límite permisible según cada tipo de equipo.	3	2	Compra de nuevos equipos de dializado de alto flujo.
	Disponibilidad de metas de desgaste.	Mantener las los niveles de elementos de desgaste dentro la zona límite Normal.	3	1.5	Actualización de límites condenatorios.
	Disponibilidad de límites de oxidación para los lubricantes.	Mantener las los niveles de elementos de oxidación dentro la zona límite Normal.	2	1	Actualización de límites condenatorios.
	Establecimiento de parámetros predictivos para evaluar el progreso del programa.	Se realiza el seguimiento al cumplimiento del programa de lubricación de manera semanal según información en SAP.	2	1	Evaluar la implementación de un software para el seguimiento al cumplimiento del programa

11	Prácticas de Seguridad		10	7	
	Control efectivo de recuperación de derrames y fugas.	Se cuenta con KITs antiderrames en las principales salas de lubricación de los equipos críticos. Los kits están ubicados en diferentes tipos de contenedores como cilindros metálicos o plásticos, etc.	2	2	Entrenamiento básico para el uso del KIT para personal de operaciones. Estandarizar el tipo del contenedor del kit en los diferentes puntos de la planta.
	Manejo proactivo de las fugas.	Se controlan las fugas mediante el control de piso o inspecciones de equipos lubricados en una base al programa semanal o de manera correctiva.	3	2	Definir funciones claramente para el personal de lubricación y personal mecánico respecto a reparación de fugas en campo.
	Adecuadas precauciones en manejo de materiales químicos.	Se cuentan con las hojas MSDS de todos los lubricantes utilizados en la operación.	3	2	Asegurar que se tengan impresos en las salas de lubricación. Mejorar condiciones de almacenamiento en el taller de lubricación.
	Prácticas de seguridad y respeto al medioambiente.	Se tienen algunos derrames en taller de lubricación lo cual se hace más crítico con la condición de lluvia	2	1	Mejorar condiciones del taller de lubricación en cuanto a manejo de lubricantes usados.
12	Mejora Continua		10	2	
	Revisión de puntos de muestreo.	Se tienen equipos sin puntos de muestreo o están anulados o instalados en puntos incorrectos.	2	1	Realizar inspección y levantamiento de todos los equipos que no cuentan con puntos de muestreo
	Revisión periódica de los niveles de alarma.	En proceso de actualización de límites condenatorios	2	0	En proceso de actualización de límites condenatorios
	Identificación de problemas recurrentes	Se tienen algunos equipos donde se verifica un problema recurrente en el ingreso de contaminación al sistema de lubricación.	4	1	Implementar mejoras en los sistemas de sellados de estos equipos. Implementar sistema de protección adicional (cobertores) para reducir el ingreso de contaminación. Instalación de dialzadores en línea (permanentes) en las salas de lubricación de equipos críticos como molinos, chancadora primario y pebbles para asegurar un correcto nivel de limpieza del lubricante ante el problema recurrente de facilidades para el traslado de los dialzadores.
	Evaluación del Programa periódicamente y comparación del mismo con estándares industriales de mejores prácticas.	No se tiene un programas de auditorías para asegurar la calidad en las actividades de lubricación	2	0	Elaborar programas de auditorías internas. Establecer KPIs medibles para el seguimiento al programa de lubricación

Anexo 04 Detalle de Plan de Trabajo a Corto Plazo

PLAN DE MEJORA A CORTO PLAZO							
Item	Oportunidad de mejora	Responsable	Quando	Presupuesto US \$	Prioridad	Resultado Esperado	Avance (%)
1 Estándares, Consolidación y Logística							
1.1	Se debe elaborar el manual de lubricación y los procedimientos específicos para las actividades del área de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Estandarizar los trabajos de lubricación en campo.	
1.2	Solicitar al proveedor la certificación de los lubricantes por lotes recepcionados.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	0	Baja	Asegurar calidad del lubricante.	
1.3	Catalogar los lubricantes faltantes para asegurar los stock.	Planificador	15/03/2023	0	Media	Stock adecuado de lubricantes.	
2 Almacenamiento / Manipuleo / Disposición							
2.1	Continuar con la implementación de 5S.	Jefe de Confiabilidad	28/02/2023	0	Alta	Orden y limpieza sostenible de zona de trabajo.	
2.2	Implementar procedimiento de limpieza en taller de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	15/03/2023	0	Media	Orden y limpieza sostenible del taller.	
2.3	Asegurar la disponibilidad de camión grúa para desechar aceites usados.	Ingeniero de Confiabilidad	28/02/2023	0	Baja	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.	
2.4	Personal debe disponer adecuadamente los aceites usados.	Técnico Lubricación	28/02/2023	0	Media	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.	
2.5	Colocar etiquetas magnéticas para facilitar la identificación del lubricante.	Jefe de Confiabilidad	30/04/2023	10K	Alta	Evitar mezclar lubricantes.	
2.6	Señalizar cilindros vacíos para destinarlos a otro uso.	Técnico Lubricación	28/02/2023	5K	Alta	Adecuada clasificación de residuos y reciclaje.	
2.7	Fabricar bandejas de contención para goteos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	20K	Media	Evitar derrames de lubricantes.	
2.8	Establecer procedimiento para muestreo de lubricante.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Alta	Estandarizar el muestreo de aceite.	
3 Procedimientos / Guías							
3.1	Establecer estrategia para muestreo de aceite de equipos críticos.	Jefe de Confiabilidad	15/04/2023	0	Alta	Estandarizar el muestreo de aceite.	
3.2	Elaborar el manual de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Estandarizar la gestión de lubricación.	
3.3	Estandarizar PETS.	Jefe de Confiabilidad	15/05/2023	0	Media	Estandarizar las ejecución de trabajos en campo.	

4 Técnicas de Muestreo						
4.1	Identificar los puntos de muestreo en los diagramas de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Media	Facilitar los muestreos de aceite.
4.2	Estandarizar puntos de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	0	Media	Facilitar labores del lubricador.
4.3	Elaborar estrategia y procedimientos para muestreo de aceites nuevos y usados.	Ingeniero de Confiabilidad	15/05/2023	0	Baja	Estandarizar el muestreo de aceites.
4.4	Señalizar por medio de etiquetas los puntos de muestreo.	Técnico Lubricación	31/05/2023	10K	Media	Facilitar actividades en campo.
4.5	Evaluar muestreo de grasas en equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Baja	Mejorar gestión de trabajos.
4.6	Identificar equipos con puntos de muestreo primarios y secundarios.	Ingeniero de Confiabilidad	15/05/2023	0	Media	Facilitar actividades en campo.
4.7	Asegurar correcto almacenamiento de herramientas.	Ingeniero de Confiabilidad	31/03/2023	20K	Media	Disponibilidad de herramientas en todo momento.
5 Control de la Contaminación						
5.1	Capacitar al personal en correctas prácticas de trabajo que eviten la contaminación del lubricante.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	50K	Alta	Mejorar calidad del trabajo e incrementar vida del lubricante.
6 Análisis de Lubricantes						
6.1	Actualizar estrategia de muestreo.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Mejorar actividad de muestreo.
6.2	Elaborar estrategia para muestreo de aceites nuevos y actualizar línea base.	Ingeniero de Confiabilidad	23/04/2023	0	Media	Estandarizar actividades de muestreo.
7 Prácticas de Lubricación y Relubricación						
7.1	Entrenar al personal de operaciones en actividades básicas de inspección y lubricación.	Técnico Lubricación	30/04/2023	30K	Alta	Incrementar habilidades del operador.
7.2	Evaluar correcta operación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Alargar vida del equipo.
7.3	Actualizar límites condenatorios para reemplazo de lubricantes, iniciando por equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.
8 Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación						
8.1	Entrenar al personal de operaciones en actividades básicas de inspección y lubricación.	Técnico Lubricación	31/05/2023	30K	Media	Incrementar habilidades del operador.
8.2	Evaluar correcta operación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	0	Alta	Alargar vida del equipo.

9 Administración del Programa							
9.1	Definir claramente las responsabilidades de personal de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	31/03/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación	
9.2	Capacitar al operador en procedimiento de limpieza y cuidados del lubricante.	Técnico Lubricación	30/04/2023	20K	Media	Incrementar duración del lubricante	
9.3	Capacitar al operador en la generación de avisos para corregir condiciones de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	10K	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación	
10 Metas del Programa / Evaluación							
10.1	Actualizar límites condenatorios para el reemplazo de lubricantes.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.	
11 Prácticas de Seguridad							
11.1	Entrenar al personal de operaciones para el uso del kit antiderrames.	Técnico Lubricación	15/05/2023	5K	Media	Mejorar la respuesta frente a un derrame.	
11.2	Estandarizar el contenedor para el kit.	Ingeniero de Confiabilidad	31/05/2023	20K	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.	
11.3	Definir alcance de labores del mecánico y del lubricador en campo.	Jefe de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.	
11.4	Asegurar tener impresas las hojas MSDS del lubricante en el taller.	Ingeniero de Confiabilidad	15/03/2023	0	Alta	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.	
12 Mejora Continua							
12.1	Realizar un levantamiento de todos los equipos que no cuentan con punto de muestreo.	Ingeniero de Confiabilidad	15/04/2023	0	Media	Mejorar la gestión de actividades de lubricación.	
12.2	Actualizar límites condenatorios de los lubricantes.	Ingeniero de Confiabilidad	30/04/2023	0	Media	Estandarizar reemplazos de aceite.	

Anexo 05 Detalle de Plan de Trabajo a Mediano Plazo

PLAN DE MEJORA A MEDIANO PLAZO							
Item	Oportunidad de mejora	Responsable	Cuando	Presupuesto US \$	Prioridad	Resultado Esperado	Avance (%)
1 Estándares, Consolidación y Logística							
1.1	Los contratos a futuro deben incluir soporte técnico en campo y aseguramiento de stock de los lubricantes requeridos.	Jefe de Confiabilidad	31/12/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.	
1.2	Realizar la revisión de los lubricantes de Fase 2 para los equipos que aún no cuentan con programa y homologar por medio de la gestión de cambio.	Ingeniero de Confiabilidad	30/08/2023	0	Media	Asegurar stock del lubricante.	
2 Almacenamiento / Manipuleo / Disposición							
2.1	Mejorar las condiciones de ventilación, almacenamiento e iluminación en taller de lubricación.	Superintendente de Ing. Mantc	31/01/2024	20K	Media	Orden y limpieza sostenible de zona de trabajo.	
2.2	Habilitar tanque de aceites residuales.	Jefe de Confiabilidad	30/09/2023	10K	Baja	Orden y limpieza sostenible del taller.	
2.3	Inventariar equipos de filtración y establecer un plan de mantenimiento para asegurar que estén disponibles.	Ingeniero de Confiabilidad	30/06/2023	20K	Alta	Disponibilidad de equipos y calidad de trabajo.	
2.4	Estandarizar el contenedor del kit de contención en toda la planta.	Jefe de Confiabilidad	30/07/2023	5K	Media	Evitar derrames, orden y limpieza de la zona.	
2.5	Estandarizar etiquetas de señalización y asegurar su fabricación masiva.	Ingeniero de Confiabilidad	30/07/2023	20K	Alta	Evitar mezclar lubricantes.	
2.6	Mantener stock de envases para trasvase por tipo de aceite.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	5K	Alta	Evitar contaminar los aceites.	
2.7	Implementar estación de acondicionamiento de lubricantes.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	20K	Alta	Asegurar calidad del aceite.	
2.8	Implementar equipo para traslado de cilindros.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	5K	Media	Mejorar condiciones de seguridad.	
3 Procedimientos / Guías							
3.1	Elaborar guías para equipos críticos.	Ingeniero de Confiabilidad	30/12/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.	
4 Técnicas de Muestreo							
4.1	Asegurar la certificación del 100% del personal.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.	

5 Control de la Contaminación						
5.1	Adquirir e instalar dializadores de alto flujo en las salas de lubricación de chancado y pebbles.	Superintendente de Ing. Mantc	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.2	Implementar graseras con tapas y cadenas de protección.	Jefe de Confiabilidad	15/10/2023	5K	Media	Facilitar labores del lubricador.
5.3	Implementar carro portátil de lubricación en salas de pebbles y chancado.	Jefe de Confiabilidad	15/10/2023	5K	Baja	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.4	Estandarizar tipo de respirador para los depósitos de aceite.	Ingeniero de Confiabilidad	15/10/2023	20K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
5.5	Evaluar la compra de nuevo dializador.	Jefe de Confiabilidad	31/12/2023	20K	Baja	Mejorar gestión de trabajos.
6 Análisis de Lubricantes						
6.1	Evaluar la compra de contador de partículas portátil.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	20K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
6.2	Usar Power BI para facilitar la reportabilidad.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	10K	Media	Facilitar difusión de información.
6.3	Asegurar que el personal del laboratorio de análisis tiene certificaciones MLA2.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
7 Prácticas de Lubricación y Relubricación						
7.1	Personal debe tener como mínimo certificación MLT1.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
7.2	Actualizar programa de fase 2.	Jefe de Confiabilidad	30/11/2023	0	Media	Mejorar habilidades del personal.
7.3	Implementar la técnica de ultrasonido acústico para la correcta lubricación de equipos.	Ingeniero de Confiabilidad	31/01/2024	15K	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
8 Entrenamiento, Especificación de Habilidades y Certificación						
8.1	Personal debe tener como mínimo certificación MLT1.	Jefe de Confiabilidad	31/01/2024	20K	Alta	Mejorar habilidades del personal.
9 Administración del Programa						
9.1	Asegurar el adecuado funcionamiento de los sistemas de lubricación.	Ingeniero de Confiabilidad	30/10/2023	30K	Alta	Alargar vida del equipo.

10 Metas del Programa / Evaluación						
10.1	Comprar dializadores de alto flujo.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	30K	Media	Alargar vida del equipo.
10.2	Evaluar la implementación de un software para seguimiento al cumplimiento del programa.	Jefe de Confiabilidad	30/10/2023	20k	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.
11 Prácticas de Seguridad						
11.1	Mejorar condiciones de almacenamiento en taller de lubricantes.	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	70K	Media	Incrementar vida del lubricante
11.2	Mejorar condiciones de manejo de lubricante usados en taller	Jefe de Confiabilidad	30/12/2023	80K	Media	Orden y limpieza de la zona.
12 Mejora Continua						
12.1	Establecer KPI's para el seguimiento al programa de lubricación.	Jefe de Confiabilidad	30/09/2023	0	Alta	Mejorar la Gestión de lubricación.
12.2	Elaborar programa de auditorías internas	Jefe de Confiabilidad	15/09/2023	0	Media	Mejorar la Gestión de lubricación.