



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

Lubricación basada en confiabilidad.

Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía:

Sr. Víctor Durán Sáez

Ingeniero Supervisor:

Sr. Rodrigo Leal Guzmán

Diego Alexis García Monsalves

Cristian Mauricio Neira Salas

2015

RESUMEN

En la actualidad los procesos productivos cada vez buscan la optimización, evitar fallas y prolongar la vida útil de máquinas de líneas productivas es vital para aumentar el retorno de los activos.

CAP Acero es una industria estratégica para nuestro país y lleva produciendo acero aprox. 60 años. Sus procesos requieren constantemente de grandes mantenciones donde se evidencia gran número de problemas o fallas asociadas a lubricación.

Inexistencia de estándares, desorden y falta de control de las tareas de lubricación es actualmente una realidad.

Por esta razón se decide implementar estándares de lubricación de clase mundial de acuerdo a la metodología "*Lubricación Basada en Confiabilidad*" creada y diseñada por expertos como ExxonMobil, Noria entre otros. Buscando establecer una cultura de la buena lubricación, profesionalizando al personal de lubricación, mejorando la aplicación, almacenamiento de lubricantes y eliminar barreras operativas como la contaminación

El proceso de implantación de la metodología se realiza en primera instancia comparando la situación actual de las siete áreas productivas de CAP Acero con estándares de clase mundial. Esta evaluación da pie a definir un proceso de mejoras tanto, de gestión como físicas, las cuales deben ser desarrolladas y valoradas respectivamente.

Los resultados de las evaluaciones iniciales revelan los puntos más débiles, por tal motivo se implementarán mejoras tales como; estandarización de paños, almacenamiento y stock de lubricantes, sistemas de identificación, entre otros. Finalmente el costo total de proyecto es aprox. de \$29.500.000.

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo general:	2
Objetivos específicos:	2
ALCANCES DEL PROYECTO	3
CAPÍTULO I.....	4
GENERALIDADES Y DEFINICIONES	4
1.1 Lubricación basada en confiabilidad.....	4
1.2 Etapas de implementación	5
<i>1.2.1 Evaluación/Reingeniería (Benchmarking)</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2 Organización y Planeación</i>	<i>5</i>
<i>1.2.3 Identificación</i>	<i>5</i>
<i>1.2.4 Control de limpieza</i>	<i>5</i>
<i>1.2.5 Suministro de lubricantes dentro de la planta</i>	<i>6</i>
<i>1.2.6 Herramientas para el engrasado y elementos de trasvasije</i>	<i>6</i>
<i>1.2.7 Control de la contaminación.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.8 Análisis de aceites</i>	<i>7</i>
<i>1.2.9 Control ambiental.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.10 Gestión del conocimiento.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.11 Peligros asociados con la implementación de las mejores prácticas</i>	<i>8</i>

CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Etapas del proceso de lubricación	9
2.1.1 Selección del lubricante	9
2.1.2 Recepción y almacenamiento de lubricantes.....	10
2.1.3 Manejo y aplicación de lubricantes en el equipo.....	10
2.1.4 Administración del programa de lubricación	10
2.1.5 Disposición ecológica del lubricante	11
2.2 Niveles de la lubricación.....	11
2.2.1 Nivel básico.....	11
2.2.2 Nivel de Gestión.....	12
2.2.3 Nivel de Control	12
2.2.4 Nivel de Medición.....	12
2.2.5 Mejora Continua.....	12
2.3 Actividades para la gestión de lubricación	12
2.3.1 Selección de lubricantes	12
2.3.2 Recepción y almacenamiento de lubricantes.....	13
2.3.3 Aplicación del lubricante	14
2.3.4 Administración de la tarea de lubricación.....	15
2.3.5 Disposición del lubricante	18
Figura 2.1 Pirámide de parámetros de gestión	19

CAPÍTULO III.....	20
PROCESO DE EVALUACIÓN INICIAL.....	20
3.1 Metodología de evaluación inicial.....	20
3.2 Método de evaluación	21
<i>Tabla 3.1 Evaluación de gestión de lubricación</i>	<i>21</i>
3.3 Análisis de resultados evaluación inicial	22
3.3.1 <i>Evaluación inicial Colada Continua</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3.2 Promedio evaluación inicial Colada Continua</i>	<i>23</i>
3.3.1.1 Análisis de resultados Colada Continua	24
3.3.2 <i>Evaluación inicial Planta de Coque</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3.3 Promedio evaluación inicial Planta de Coque</i>	<i>28</i>
3.3.2.1 Análisis de resultados Planta de Coque.....	29
3.3.3 <i>Evaluación inicial área Combustibles.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3.4 Promedio evaluación inicial área Combustibles</i>	<i>33</i>
3.3.3.1 Análisis de resultados área Combustibles.....	34
3.3.4 <i>Evaluación inicial pañol Laminador de Barras Rectas</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3.5 Promedio evaluación inicial Laminador de Barras Rectas</i>	<i>37</i>
3.3.4.1 Análisis de resultados Laminador de Barras Rectas	38
3.3.5 <i>Evaluación inicial Laminador de Barras Talcahuano.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3.6 Promedio evaluación inicial Laminador de Barras Talcahuano.....</i>	<i>42</i>
3.3.5.1 Análisis de resultados Laminador de Barras Talcahuano.....	43
3.3.6 <i>Evaluación inicial Altos Hornos</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 3.7 Promedio evaluación inicial Altos Hornos.</i>	<i>48</i>
3.3.6.1 Análisis de resultados Altos Hornos	49
3.4 Comentario de Análisis de resultado global	54

CAPÍTULO IV	57
ESTANDARIZACIÓN DE PAÑALES DE LUBRICACIÓN	57
<i>Figura 4.1 Organización estándar de elementos de lubricación en un pañol de CAP</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.2 Organización estándar de elementos de lubricación en un pañol de CAP</i>	<i>58</i>
4.1 Estándares de pañol de lubricación	59
4.1.1 <i>Hojas de seguridad de lubricantes y documentos de seguridad</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.3 Estándar de documentación.</i>	<i>59</i>
4.1.2 <i>Almacenamiento correcto de tambores.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 4.4 Filtro de tambor.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.5 Tambor equipado para evitar contaminación.....</i>	<i>61</i>
4.1.3 <i>Iluminación.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.6 Distribución de la iluminación</i>	<i>62</i>
4.1.4 <i>Piso Pañol.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4.7 Estándar para pisos de pañoles CAP</i>	<i>63</i>
4.1.5 <i>Pretil de rebalse</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4.8 Rejilla metálica para rebalse.....</i>	<i>64</i>
4.1.6 <i>Ventilación</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.9 Extractor Axial FA10-25.....</i>	<i>65</i>
4.1.7 <i>Estantería y elementos de trasvasije</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4.10 Estantería y contenedores de trasvasije</i>	<i>66</i>
4.1.8 <i>Extintores</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4.11 Extintor multipropósito</i>	<i>67</i>
4.1.9 <i>Señaléticas</i>	<i>68</i>
<i>Figura 4.12 Señaléticas áreas CAP.....</i>	<i>69</i>

CAPÍTULO V	70
ALMACENAMIENTO Y STOCK DE LUBRICANTES	70
5.1 Almacenamiento y control de lubricantes.....	71
5.1.1 <i>Frecuencia de uso lubricantes en Planta de Coque.....</i>	72
<i>Tabla 5.1 Uso de lubricantes en la Planta de Coque</i>	72
5.1.2 <i>Frecuencia de uso lubricantes en Laminador de Barras Talcahuano ...</i>	73
<i>Tabla 5.2 Uso de lubricantes en Laminador Barras Talcahuano</i>	73
5.1.3 <i>Frecuencia de uso lubricantes en Laminador de Barras Rectas.....</i>	74
<i>Tabla 5.3 Uso de lubricantes en Laminador Barras Rectas.....</i>	74
5.1.4 <i>Frecuencia de uso de lubricantes en Alto Horno</i>	75
<i>Tabla 5.4 Uso de lubricantes en Alto Horno.....</i>	75
5.1.5 <i>Frecuencia de uso de lubricantes en Colada Continua.....</i>	76
<i>Tabla 5.5 Uso de lubricantes en Colada Continua.....</i>	76
5.1.6 <i>Frecuencia de uso de lubricantes área Combustibles.....</i>	77
<i>Tabla 5.6 Uso de lubricantes área Combustibles.....</i>	77
5.1.7 <i>Frecuencia de uso de lubricantes en Acería</i>	78
<i>Tabla 5.7 Uso de lubricantes en Acería</i>	78
5.2 Almacenamiento y stock crítico de lubricantes en bodega central.	79
<i>Tabla 5.8 Volumen de lubricantes a almacenar en Bodega Central</i>	80
5.3 Almacenamiento y tiempo de respuesta de proveedores.....	83
<i>Tabla 5.9 Tiempo de respuesta por proveedor</i>	84

CAPÍTULO VI	85
SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE LUBRICANTES.....	85
6.1 Sistema estandarizado de identificación de lubricantes	85
6.1.1 <i>Tipos de logos de aceites</i>	86
<i>Figura 6.1 Elementos de la etiqueta para aceites</i>	86
6.1.2 <i>Tipos de logos de grasas</i>	87
<i>Figura 6.2 Elementos de la etiqueta para grasas.....</i>	87
6.1.3 <i>Código alfanumérico</i>	88
6.1.4 <i>Ficha técnica para pañoses</i>	88
<i>Figura 6.3 Ficha técnica de pañoses</i>	88
CAPÍTULO VII	89
IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	89
7.1 Metodología para la implementación y valorización de mejoras.	89
7.1.1 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Colada Continua</i>	91
7.1.2 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Altos Hornos</i>	92
7.1.3 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Laminador de Barras Rectas</i>	93
7.1.4 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Laminador de Barras Talcahuano</i>	94
7.1.5 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Planta de Coque</i>	95
7.1.6 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Combustibles</i>	96
7.1.7 <i>Valoración de mejoras en el pañol de Acería.....</i>	97
7.1.8 <i>Valoración de mejoras a nivel planta</i>	98

CAPÍTULO VIII	99
MÓDULO DE CAPACITACIÓN.....	99
8.1 Módulo de capacitación	99
8.2 Contenidos.....	100
8.2.1 " <i>Lubricación de clase mundial</i> "	100
8.2.2 " <i>El proceso de selección de lubricante</i> "	100
8.2.3 " <i>Selección de lubricantes</i> ".....	100
8.2.4 " <i>Recepción y almacenamiento de lubricantes</i> "	101
8.2.5 " <i>Control de la contaminación</i> "	101
8.2.6 " <i>Control de fugas</i> "	101
8.2.7 " <i>Modificación de equipos para la excelencia en la lubricación</i> "	101
8.2.8 " <i>Prácticas de lubricación en equipos críticos</i> "	101
CONCLUSIONES	102
GLOSARIO	104
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXO I	109
ANEXO II	120
ANEXO III	122
ANEXO IV	123
ANEXO V	124
ANEXO VI.....	131

INTRODUCCIÓN

Se estima que el 80% de las fallas de maquinarias se debe a una lubricación inadecuada y a la contaminación del lubricante. El 50% de las fallas de rodamientos están asociadas con la contaminación del aceite y deficiente lubricación. Aproximadamente el 47% de los trabajos que el área de mantenimiento de las empresas realiza son atribuibles a errores humanos de omisión. Las fallas de lubricación representan el 69% de los gastos de mantenimiento y el 63% de las horas de trabajo. El 42% de los trabajos innecesarios fueron a causa de malos diseños e ingeniería deficiente. Hudachek and Dodd (ASME) reportan en el documento *“Progress and Payout of a Machinery Surveillance and Diagnostic Program”* que las prácticas de mantenimiento reactivo para máquinas rotativas en general cuestan 30% más que el mantenimiento preventivo, y alrededor de 100 % más que el mantenimiento predictivo.

De lo anterior sabemos entonces que la lubricación es algo importante, por lo tanto alguien tiene que hacerla, y hacerla de buena forma.

Una buena lubricación es vital para el correcto funcionamiento de equipos rotatorios y deslizantes, reducir la contaminación y asegurar que todos los lubricantes utilizados generen alta confiabilidad, es el objetivo de la mantención.

En el constante mejoramiento de los procesos y buscando la obtención de estándares de clase mundial CAP acero y COPEC Mobil buscan implementar la *“Lubricación Basada en Confiabilidad”*, metodología que describiremos a continuación.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Establecer normativa en organización y estructura que defina estándares de lubricación a nivel planta permitiendo asegurar en todos los casos, la correcta utilización de lubricantes en componentes y equipos de acuerdo a la metodología de *“Lubricación basada en confiabilidad”*.

Objetivos específicos:

- Cuantificar la situación actual para las condiciones de lubricación en las siete áreas productivas de CAP Acero.
- Establecer estándares de lubricación de acuerdo a la metodología *“Lubricación basada en confiabilidad”*, que permita la correcta aplicación de lubricantes.
- Verificar mediante el proceso de evaluación inicial, si los procedimientos y aplicaciones de lubricantes se realizan adecuadamente, de manera imperfecta o simplemente no se realizan, dando pie a la implementación de mejoras.
- Identificar mediante las herramientas de la metodología *“Lubricación Basada en Confiabilidad”* condiciones sub estándares, mejorarlas, evitando así situaciones que puedan ocasionar algún indicio de falla.
- Configurar un módulo de capacitación orientado a mostrar la importancia de la lubricación en los procesos productivos, buscando profesionalizar la actividad del mecánico lubricador.
- Valorar mejoras para la implementación de estándares de clase mundial complementando los recursos existentes mediante cotizaciones de proveedores.
- Establecer la cantidad de lubricantes requeridos para uso, en las siete plantas productivas de CAP Acero, en base a los volúmenes críticos y tiempo de respuesta de proveedores de lubricantes.

ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto va dirigido a jefes de programación, supervisores de área, encargados del sector, mecánicos lubricadores, empresas contratistas y todas las personas con grado de responsabilidad en la lubricación dentro de las siete áreas productivas de CAP Acero las cuales son:

- Planta de Coque y sub productos
- Altos Hornos y materias primas
- Acería
- Colada Continua de palanquillas
- Laminador de Barras Rectas
- Laminador de Barras Talcahuano
- Combustibles

Buscando establecer e implementar estándares de clase mundial de lubricación de acuerdo a la metodología *“Lubricación Basada en Confiabilidad”*, se logrará profesionalizar la labor del mecánico lubricador.

El proyecto en una primera etapa busca comparar la condición actual de la lubricación de planta en relación con los estándares de clase mundial, establecidos por especialistas como ExxonMobil y Noria, además de proponer y valorar mejoras en relación al perfeccionamiento de paños de lubricación y elementos de aplicación de lubricantes, generar un sistema de identificación de lubricante en paños y equipos, configuración de módulo de capacitación como requisito fundamental a las tareas de los mecánicos lubricadores, definir stock de lubricantes requeridos en planta y definir las tareas a mediano plazo que se requieren implementar, como la actualización de programas de lubricación en conjunto con la plataforma SAP, sistema de auditorías de lubricación con el fin de controlar la implementación de estándares de clase mundial, utilización de software de gestión de tareas de lubricación, programa de confiabilidad y cartas de lubricación por equipos y sistemas de medición a través de indicadores entre otros.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES Y DEFINICIONES

1.1 Lubricación basada en confiabilidad

Es una herramienta basada en mantenimiento RCM (Mantenimiento basado en fiabilidad) y su fuerza radica en la importancia de lubricación y el preconcepto “Sí, lubricar es algo muy importante y es algo que debe hacerse bien” y busca dar respuesta a las siguientes interrogantes.

- ¿Quién es el personal dentro de la organización que se encarga de la lubricación?
- ¿Es personal altamente entrenado?
- ¿Existen procedimientos de lubricación en la organización o solo son OM (órdenes de trabajo) con la instrucción de “lubricar”?
- ¿Está integrado su programa de lubricación a la plataforma global en nuestro caso SAP?
- ¿En qué parte de su organización se encuentra la función de la lubricación?
- ¿Qué prácticas de lubricación se tienen actualmente?
- ¿Son correctos los lubricantes utilizados?
- ¿Conocemos los efectos de contaminación y pérdida de lubricantes?
- ¿Cuál es el efecto de los contaminantes en la productividad de la empresa?

La lubricación basada en confiabilidad permite dar orden y generar responsabilidades dando respuestas a las interrogantes señaladas, se consideran once parámetros de gestión los cuales establecen objetivos y estrategias de forma de mejorar la confiabilidad de los equipos, centrándose en el personal que realiza la lubricación, en la correcta elección de lubricantes, el control de la contaminación y el mejoramiento continuo entre otros.

1.2 Etapas de implementación

1.2.1 Evaluación/Reingeniería (Benchmarking)

En esta etapa, se evalúan las actividades que se hacen bien así como las que requieren ser mejoradas.

1.2.2 Organización y Planeación

Esta etapa asegura que todas las tareas de lubricación de la planta sean ejecutadas completamente en el tiempo correcto, el lubricante adecuado y en la cantidad justa, utilizando el procedimiento más efectivo. Para lograrlo, debemos apoyarnos en el control y seguimiento de las actividades y en la realización de auditorías de lubricación que midan y comparen los estándares que se establecerán.

1.2.3 Identificación

Para asegurarse que en el equipo se coloque el aceite correcto, es necesario implementar un sistema de identificación. Esto es motivado porque en industrias grandes se utiliza una gran variedad y tipos de lubricantes. Los lubricantes son compuestos químicos complejos y a menudo incompatibles, así que, para evitar errores por mezcla de lubricantes, es necesario implementar un buen sistema de identificación de lubricantes, *“un buen sistema de identificación puede ayudar a que el equipo sea lubricado con el aceite adecuado”*.

1.2.4 Control de limpieza

La contaminación del aceite es la mayor causa del desgaste de los componentes y de fallas de los activos. Luego es importante que sólo se utilice un lubricante limpio durante la operación del equipo. Los pañoles de almacenamiento de lubricantes deben asegurar que el lubricante se almacene en forma segura, se mantenga limpio y sea transferido a contenedores en un ambiente libre de contaminantes.

Las mejores prácticas para el control de la limpieza incluyen:

- Utilizar contenedores completamente sellados (herméticos).
- Colocar filtros de venteos en todos los contenedores para prevenir el ingreso de agua y otros contaminantes de la atmósfera.
- Filtrar todos los aceites en cada etapa del proceso de lubricación.
- Usar contenedores libres de contaminación.

1.2.5 Suministro de lubricantes dentro de la planta

Se debe conocer el tiempo de respuesta de los proveedores de lubricantes, es necesario identificar el stock de uso y almacenar la cantidad necesaria de lubricantes críticos. Los contenedores y equipos de despacho deben ser seguros, estar limpios y mantenerse cerrados. Dentro de la planta el suministro desde la bodega central debe realizarse en tambores nuevos sellados hasta los pañoles de lubricación.

1.2.6 Herramientas para el engrasado y elementos de trasvasije

Colocar grasa a un equipo, es considerado por la mayoría como una tarea de lubricación. Por lo tanto, es esencial disponer de herramientas eficientes y prácticas para análisis de aceites usados y libres de contaminación. Las pistolas manuales de engrase deben estar identificadas y usadas con un solo tipo de grasa, de igual forma los elementos para relleno y trasvasije de lubricantes deben ser los adecuados, herméticos, libres de contaminación, debidamente identificados y usados con un solo lubricante, se debe evitar la contaminación cruzada, muchas veces se da la incompatibilidad de lubricantes perjudiciales para la vida de estos.

1.2.7 Control de la contaminación

Controlar la contaminación del aceite dentro del equipo es vital para el correcto funcionamiento de equipos rodantes y deslizantes. El estándar internacional para controlarla es la ISO 4406. Para mantener limpio el aceite y protegerlo se emplean sistemas de filtración en línea y fuera de línea, al igual que respiradores o acondicionadores de aire.

Se debe evitar:

- Contaminación inicial
- Contaminación generada
- Contaminación ingresada

1.2.8 Análisis de aceites

Mantener un programa de análisis de aceite usado es una parte importante en la estrategia de lubricación. Comparando los resultados contra los estándares ISO 4406 establecidos para los equipos de planta, y conocer si el lubricante cumple con la aplicación y evita el desgaste, es fundamental para generar la confiabilidad de operación. Adicionalmente, analizando las propiedades del aceite se determina si este puede continuar en uso o no y extender los periodos de cambio generando en algunos casos ahorros importantes.

1.2.9 Control ambiental

Los aceites usados que ya cumplieron su vida útil deben ser retirados, los cuales son considerados residuos peligrosos y su manejo debe adoptar criterios como tal, se deben establecer procedimientos de almacenamiento en sitios de despachos evitando toda posibilidad de daño al medio ambiente, los aceites usados pueden ocuparse como combustibles.

1.2.10 Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento se está convirtiendo en algo crítico para la industria de hoy, sobretodo en el ámbito del mantenimiento. Los mantenedores deben tener la experiencia y conocer los beneficios que se derivan de unas buenas prácticas de lubricación. Además, con la creciente toma de conciencia de los beneficios que se obtienen de utilizar una estrategia de mantenimiento basada en la confiabilidad, el entrenamiento básico del personal debe ser elevado al nivel de las mejores prácticas de confiabilidad utilizadas por las organizaciones.

1.2.11 Peligros asociados con la implementación de las mejores prácticas

Implementar estrategias basadas en confiabilidad que pueden ser exitosas a largo plazo no es una tarea fácil. Muchas estrategias fallan porque son vistas como proyectos y no como procesos para cambiar la cultura de trabajo del personal involucrado.

Una implementación efectiva requiere de un cambio en la cultura existente dentro de la planta para que el proceso sea aceptado, seguido y sustentado en el tiempo.

Para lograr cambiar la cultura es necesario que se entiendan las causas que originan las fallas de los equipos y cómo prevenir que estos factores entren en juego durante la implementación del proceso.

A fin de obtener el mayor éxito en cualquier proyecto y asegurarse de que la nueva manera de trabajar será sustentable en el tiempo, es necesario abordar y cambiar la forma en que los empleados hacen su trabajo habitualmente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Se define confiabilidad como la capacidad de una maquinaria o sistemas para desempeñar una función requerida bajo condiciones establecidas, particularmente la confiabilidad garantiza una producción continua y planeada en un tiempo determinado sin que el activo de producción salga de operación en ese tiempo.

Cuando se habla de lubricación basada en confiabilidad se refiere establecer estrategias de lubricación que permitan eliminar barreras que se oponen a la correcta operación de las máquinas con consecuencias de alto costo como; detenciones no programadas y disminución de la vida útil de equipos o maquinarias.

La lubricación basada en confiabilidad permite evaluar el estado actual de la lubricación de los equipos rotativos y la eficiencia de los programas de lubricación que la empresa está desarrollando. El objetivo es analizar y evaluar tanto fortalezas como debilidades para lograr especificar las recomendaciones necesarias que involucren a la empresa con los mejores estándares mundiales en lubricación.

2.1 Etapas del proceso de lubricación

2.1.1 Selección del lubricante

La selección de lubricantes no solo debe considerar las recomendaciones del fabricante, es muy importante evaluar el entorno de operación, ya que los fabricantes producen equipos genéricos y no diferencian su aplicación, es decir, si la misma máquina es para industria de la madera o siderurgia, en esta última se presentan factores como, laminilla, altas temperaturas o químicos, los cuales afectan la vida útil del lubricante y del equipo. Por esta razón en algunos casos cuando las condiciones de operación son influyentes en la lubricación, se deberá pensar en modificar la máquina en función del lubricante o bien implementar un sistema de lubricación centralizado, muchas veces se invierte mucho dinero en súper lubricantes que pueden sustituirse con mejores métodos de aplicación.

2.1.2 Recepción y almacenamiento de lubricantes.

Se debe asegurar que los lubricantes recepcionados sean los solicitados, en los tiempos requeridos y asegurar la calidad de los mismos. Otro punto importante a considerar son los envases, éstos deben ser almacenados de tal forma que los lubricantes se mantengan limpios, frescos y secos, asegurando cero contaminación. Los lubricantes deben estar siempre disponibles para su uso, en caso contrario puede ocasionar incluso detenciones de líneas productivas.

2.1.3 Manejo y aplicación de lubricantes en el equipo.

Esta etapa ocasiona cerca del 80 % de los problemas que se pueden generar más adelante, por ende se considera uno de los factores más importantes en el proceso de lubricación. Los elementos de aplicación deben ser los adecuados que aseguren cero contaminación, también es muy importante los conocimientos del personal ejecutor de la lubricación, en cuanto a los lubricantes a aplicar, el modo y su frecuencia.

2.1.4 Administración del programa de lubricación

No solo se deben definir las tareas de lubricación para los diferentes equipos en lubricante y frecuencia. Para el programa de administración de la lubricación se definirán adecuadamente los objetivos, de forma clara y que apunten a satisfacer las necesidades de la compañía, por ejemplo:

- Reducir fallas relacionadas con lubricantes
- Usar la menor cantidad de lubricantes correctos y minimizar los desechos
- Aplicar los lubricantes de la manera correcta, en el momento adecuado y en la cantidad precisa.
- Integrar los objetivos de mantenimiento preventivo y predictivo de la planta en el programa de lubricación.
- Investigar continuamente e implementar métodos para mejorar y alcanzar los objetivos mencionados

2.1.5 Disposición ecológica del lubricante

Una vez que el lubricante ha cumplido con su función, se ha contaminado o simplemente ya no protege a la maquinaria, éste debe ser removido, las alternativas de disposición pueden variar, así como los registros y controles. El uso de la conciencia ecológica más allá de la legislación, nos permitirá aportar a los esfuerzos de conservación de recursos no renovables y aplicar los criterios para la reducción de su consumo, reutilización y reciclado.

2.2 Niveles de la lubricación

2.2.1 Nivel básico

El nivel básico de actividad de lubricación comprende aquellas acciones que se deben hacer para que el proceso de lubricación funcione adecuadamente, es decir, estas acciones son el principio donde se establecerá la estrategia completa de lubricación.

Es así que estos elementos básicos son inamovibles y de primordial implementación para que el programa de lubricación tenga un éxito, se debe considerar lo siguiente:

- ¿Cómo voy hacer mi lubricación?
- ¿Con qué voy a lubricar?
- ¿En dónde voy a tener mi lubricante guardado?
- ¿Cuáles son mis herramientas de aplicación?
- ¿Cuáles son los elementos fundamentales del lubricante?

2.2.2 Nivel de Gestión

Este nivel apunta asegurar que lo que se seleccionó anteriormente se administre y se aplique correctamente para darle seguimiento, asegurando también que las cosas se hagan de la misma manera.

2.2.3 Nivel de Control

Permite mantener el programa en la ruta a la excelencia de lubricación, siguiendo por supuesto las reglas y los principios básicos que mantendrán el programa dentro de los objetivos diseñados anteriormente.

2.2.4 Nivel de Medición

Nivel que ayuda a saber si los objetivos se están completando, si se está logrando lo que se quiere o permite saber cuáles son los indicadores

2.2.5 Mejora Continua

Se llevarán a cabo una serie de acciones que van dirigidas a optimizar y mejorar, tanto las actividades como las condiciones actuales que en todo proceso deben tener una mejora continua.

2.3 Actividades para la gestión de lubricación

2.3.1 Selección de lubricantes

Nivel Básico

S1B : El cómo se seleccionan los lubricantes, quien decide la compra, como hacer el reconocimiento de las condiciones y características de operación de los equipos para así seleccionar el lubricante correcto.

S2B : Relacionado con el establecimiento de estándares genéricos de calidad de los lubricantes, plasmado en las cartas de lubricación por equipo para no tener que comprar los lubricantes por marca y viscosidad, sino viabilidad por establecimientos de estándares que permitan asegurar el desempeño que requiere el equipo de acuerdo al lubricante.

S3B : Se refiere al sistema de identificación de los lubricantes enfocados hacia el concepto de que los lubricantes se apliquen correctamente donde sea necesario.

Nivel de Control

S4C : Sistema de control calidad para la recepción de los lubricantes nuevos.

Nivel de Mejora Continua

S5I : Relacionado a optimizar los lubricantes y pruebas de nuevas tecnologías, es decir, asegurar de que se tiene el mejor lubricante. El menor número de éstos utilizados y que se mantiene constantemente a la mira del avance de la tecnología para saber cuál es el lubricante que puede ayudar a mejorar la condición actual.

2.3.2 Recepción y almacenamiento de lubricantes

H1B : Poseer un lugar de almacenamiento de lubricantes o una sala de lubricación, lugar donde aplicar los lubricantes que se mueven de un contenedor original a uno intermedio.

H2B : Con que elementos se efectuará la aplicación del lubricante al equipo o máquina (Oil Safe).

H3B : Si la recepción y almacenamiento del lubricante se efectúa de manera inadecuada, el lubricante ingresará degradado a equipos o máquinas.

2.3.3 Aplicación del lubricante

A1B : Diseñar la tarea de lubricación, ¿cómo hacer cada actividad de lubricación? Y considerarlo en el programa de lubricación.

A2B : Como efectuar el engrase a los equipos o máquinas.

A3B : Como definir el programa de lubricación, ¿quién determina la ruta?, ¿con qué frecuencia?, ¿en qué secuencia? y cuales herramientas.

A4B : Efectuar el mantenimiento a los sistemas centralizados o automáticos para evitar posibles fallas en la lubricación de los equipos.

Nivel de Gestión

A5G : Se refiere a los responsables de la lubricación, supervisores y ejecutores de la lubricación de equipos.

A6G : Los puntos de lubricación deben estar accesibles evitando que el lubricador haga un esfuerzo adicional para llevar a cabo su actividad de lubricación. Como idea principal es evitar prácticas inseguras y mala lubricación derivadas de estas.

A7G : Que dispositivos se utilizan para las inspecciones de lubricantes.

A8G : Cual es la cantidad y la frecuencia de las inspecciones de las tareas de lubricación.

2.3.4 Administración de la tarea de lubricación**Nivel Básico**

M1B : Son los métodos y sistemas de exclusión de contaminantes, con el objetivo que el lubricante no se contamine.

M2B : Con que instrumentos se toman las muestras de aceite y es importante que esté bien tomada (idealmente que el equipo esté en operación).

Nivel de Gestión

M3G : ¿Cuál es el programa?, ¿cuál es la herramienta?, ¿cuál es el método?, el software que se está utilizando para la administración del proceso de lubricación.

M4G : Como hacer la estrategia de cambio de filtro, ya sea respiradores o filtros de aceite.

M5G : ¿Cuál es el método para la toma de muestra?, procedimiento de cómo se toma la muestra de aceite.

Nivel de Control

M6C : Son los métodos y sistemas de control de contaminación para la remoción de los contaminantes, es decir, ¿cómo lo hago para sacar la contaminación que ya está en el equipo o máquina?

M7C : Como definir los niveles de limpieza de contaminación sólida en los lubricantes.

M8C : Cuales son los indicadores de lubricación y medir el avance del programa.

Nivel de Medición

M9P : Se refiere a como establecer la estrategia de programa de monitoreo de la condición del lubricante. Como definir los ensayos y la frecuencia de las muestras.

M10P : Quién es el encargado de interpretar los resultados, no es solamente hacer una muestra y enviarla al laboratorio, sino que realmente el programa entregue beneficios gracias a que se tomaron las decisiones correctas en función de los resultados del laboratorio.

M11P : Como establecer los objetivos y las recompensas del programa de lubricación. Lo que no se mide no se controla, lo que no se recompensa no se consigue.

Nivel de Mejora Continua

M12I : Busca los mejores sistemas de extracción de contaminantes, como identifica los mejores métodos para la toma de muestras, como identificar nuevos instrumentos para el análisis de lubricantes, como ve las nuevas tendencias de los indicadores de lubricación y como se ajustan los objetivos en función a los resultados que se obtendrán.

2.3.5 Disposición del lubricante

Nivel Básico

D1B : Se necesita diseñar un área correcta para el almacenamiento de los residuos de lubricantes.

Nivel de Gestión

D2G : Como administrar los lubricantes contaminados con residuos.

Nivel de control

D3C : Establecer una estrategia para evitar fugas y derrames en el lubricante.

Con los treinta y uno (31) elementos descritos en cada etapa de la lubricación se ubicarán respecto al nivel que les correspondan, es decir, organizados trece en el nivel básico, ocho en el de gestión, cinco en el de control, tres en el de medición y dos en el nivel de mejora continua (ver figura 2.1, pág. 19). Es de ésta manera como la pirámide se compone, la idea es crear un esquema intuitivo para identificar los elementos que se deben mejorar, se tiene que considerar el nivel básico, ya que este último entrega los principios inamovibles y de primordial implementación, donde se regirá la estrategia de lubricación.

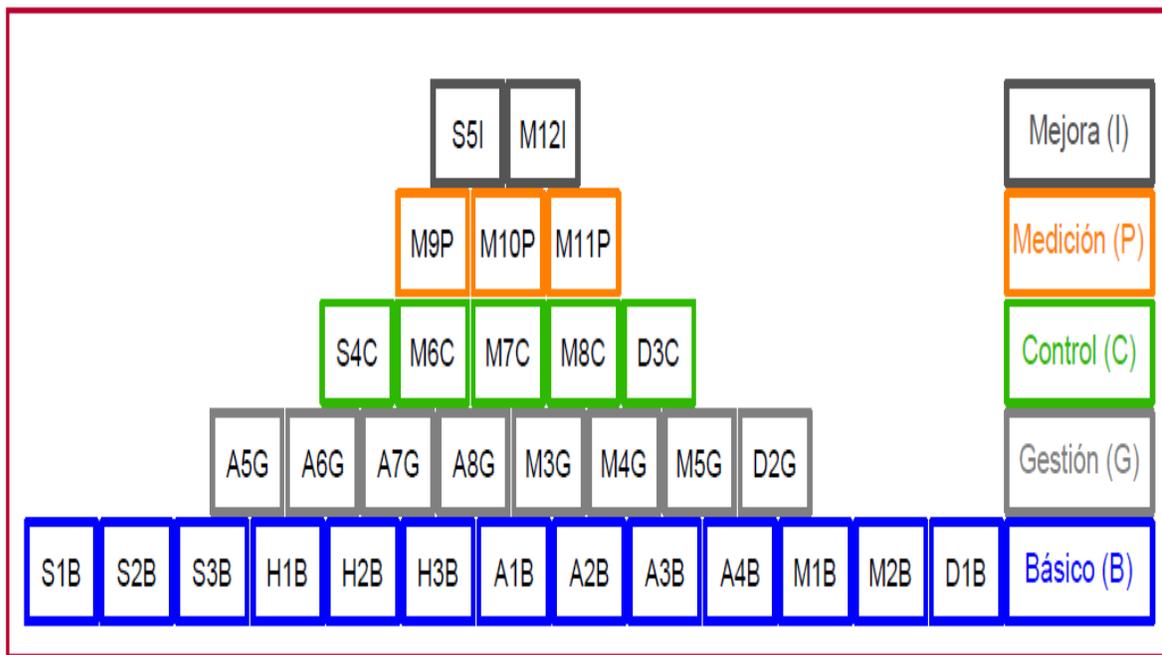


Figura 2.1 Pirámide de parámetros de gestión

CAPÍTULO III

PROCESO DE EVALUACIÓN INICIAL

3.1 Metodología de evaluación inicial

Con el objetivo de evaluar la condición inicial de los procesos de lubricación, se establece un cuestionario orientado en once (11) estándares asignados a la gestión de lubricación, los cuales se describen más adelante. Se realizan entrevistas a jefes de áreas, supervisores, encargados de sector y mecánicos lubricadores con gran experiencia de las diferentes áreas productivas de CAP Acero, complementado con inspecciones en terreno recogiendo la mayor información de la situación actual de lubricación.

Se evalúan once parámetros de gestión de lubricación en base al sistema de auditorías establecido por “ExxonMobil” para una lubricación de clase mundial, cada uno de éstos parámetros tiene una serie de preguntas específicas (ver anexo I, pág. 109) que determinan la condición actual y son evaluadas con calificaciones que van de 0 a 10 (ver tabla 3.1, pág.21), entregándonos una descripción actual del sistema y generando una oportunidad para la implementación de mejoras.

Parámetros de gestión de evaluación:

- Selección del lubricante
- Procedimiento de lubricación
- Organización efectiva de la lubricación
- Control de la contaminación
- Manejo y almacenamiento correcto de lubricantes
- Muestreo del lubricante
- Análisis de aceite usado
- Purificación y disposición económica del lubricante
- Entrenamiento del personal de planta
- Confiabilidad de la lubricación
- Seguridad y medio ambiente

3.2 Método de evaluación

En la Tabla (3.1) se describen los rangos de evaluación los cuales varían entre cero y diez dependiendo de cuan evolucionado este el sistema de gestión de lubricación para los once estándares establecidos, cabe mencionar como definición de sistema, el conjunto organizado de definiciones, símbolos y elementos.

Tabla 3.1 Evaluación de gestión de lubricación

Valores		Parámetro	Descripción
Mayor	Hasta		
0	2	Sin sistema o sistema no definido.	No existe un sistema ordenado, escrito y documentado que prevea este punto.
2	4	Sistema informal o en desarrollo.	Existe un sistema pero es informal (reglas no escritas).
4	6	Sistema iniciado.	Documentación/implementación incompleta, fallas.
6	8	Sistema desarrollado, implementado.	Existe un sistema formal con evidencia escrita de su implementación.
8	10	Sistema operando, excede expectativas mínimas con evidencia de mejora continua.	El sistema es de clase mundial, el personal está comprometido y hay evidencia de mejoras realizadas.

3.3 Análisis de resultados evaluación inicial

A continuación se detalla la evaluación inicial del sistema de gestión de lubricación de cada planta productiva de CAP Acero, de esta manera se obtendrá una descripción actual, identificando fortalezas y debilidades asociadas a los estándares descritos más adelante buscando una lubricación de clase mundial.

Los resultados a continuación muestran los valores promedios de acuerdo a los once parámetros de gestión de lubricación ya definidos. Los valores promedios entregan una primera impresión de lo que se está haciendo de buena forma, de mala forma o simplemente no se realiza, permitiendo enfocarse a mejorar los puntos más débiles.

Dicho lo anterior se presentarán los resultados de las evaluaciones iniciales correspondientes a las distintas áreas productivas de CAP Acero.

3.3.1 Evaluación inicial Colada Continua

En la Tabla (3.2) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en área de Colada Continua.

Tabla 3.2 Promedio evaluación inicial Colada Continua

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	6,7
Procedimiento de lubricación	0,5
Organización efectiva de la lubricación	5,4
Control de la contaminación	4,4
Manejo y almacenamiento correcto	9,0
Muestreo del lubricante	8,1
Purificación y disposición económica del lubricante	9,4
Análisis de aceite usado	8,2
Entrenamiento del personal de planta	0,0
Confiabilidad de la lubricación	4,0
Seguridad y medio ambiente	5,3

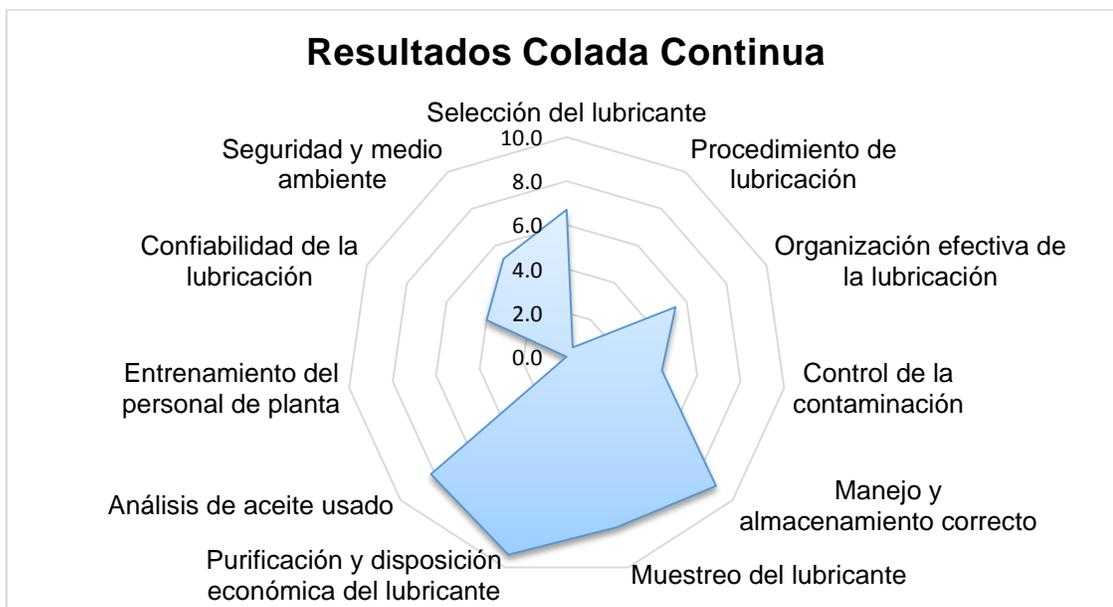


Gráfico. Evaluación inicial Colada Continua

3.3.1.1 Análisis de resultados Colada Continua

El área de Colada Continua presenta buenas calificaciones en los parámetros de gestión de **selección de lubricantes, análisis de aceite y muestreo de lubricantes**, donde en selección de lubricantes se realiza de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, el área de ejecución mecánica de Colada Continua maneja catálogos y se hace asesorar por área de lubricación planta para definir lubricantes en uso. Para mejorar este parámetro se requiere formular un estudio de lubricación y establecer criterios formales para pruebas de nuevos lubricantes.

Respecto a muestreo de lubricantes y análisis de aceite el área de lubricación de planta realiza muestreos de lubricantes según un programa establecido y maneja procedimientos escritos para la toma de muestras.

Para complementar este punto se requiere contar con un contador de partículas para realizar mediciones de campo, debido a que un análisis completo de partículas tarda como mínimo 48 horas.

Por cuanto los parámetros de gestión de lubricación con calificaciones más bajas radican en **procedimientos de lubricación** donde no se cuenta con ningún procedimiento escrito, por lo tanto las actividades de lubricación son realizadas bajo las experiencias del lubricador reiterándose esta práctica en todas las áreas de la planta.

De forma particular se cuenta con un calificación cero, en **parámetro de entrenamiento del personal** debido a que el personal de lubricación es nuevo en el área. Se debe realizar capacitación a lubricadores que contemple contenidos de mejores prácticas de lubricación.

-Organización efectiva de la lubricación: Las responsabilidades del cumplimiento de las actividades de lubricación radican en el jefe de supervisión mecánica, éste se encarga de mantener el programa en ruta asesorado por el área de lubricación planta.

La cantidad del personal lubricador es el correcto, ellos comprenden la importancia de su labor, facilitando que las actividades de lubricación sean efectuadas sin sobrecargas o tiempos muertos.

En Colada Continua no existen registros del consumo de lubricantes por equipo, por ende el supervisor de área se encuentra estableciendo un formato donde pueda llevar estos registros. Logrando esto último se podrá medir la efectividad de los procesos, a través indicadores de gestión de lubricación.

-Control de la contaminación: No se cuenta con un procedimiento escrito que garantice la ausencia de la contaminación al momento de efectuar los cambios de aceite y filtros en los equipos. Se deben generar procedimientos para los distintos tipos de equipos. La debilidad más notoria está dada por los elementos de trasvasije utilizados que no son los correctos, personal de lubricación utiliza elementos como botellas, bidones, etc., los cuales adaptan para la aplicación de lubricantes, realizando mezclas con diferentes lubricantes evidenciándose un alto grado de contaminación antes de incorporar los lubricantes a los equipos, se deben utilizar elementos de aplicación y trasvasije "Oil Safe".

Cabe mencionar que todos los tambores de este pañol cuentan con su propia bomba tanto para grasas como para aceites, evitando la contaminación cruzada producto de la utilización de una bomba en común al momento de trasvasijar diferentes lubricantes.

-Manejo y almacenamiento correcto: En Colada Continua se maneja un procedimiento escrito, donde se establece el retiro de desechos lubricantes, los cuales deben ser almacenados en la bodega de residuos peligrosos.

El punto más débil radica en los elementos de aplicación utilizados para los cuales personal de lubricación adapta bidones o botellas y que generalmente se encuentran contaminados.

El pañol cuenta con una adecuada organización de sus tambores designados con la identificación del lubricante contenido. Cada tambor tiene su propia bomba pero no poseen filtros de venteos, por lo tanto al momento de realizar trasvasijos el lubricante queda expuesto a la atmósfera al momento de sacar la boquilla.

Cabe destacar que este pañol es el que más se acerca a los estándares de clase mundial.

Como recomendación se deben realizar OPT (observación planeada de trabajo), para chequear las actividades que realiza el lubricador dentro del pañol, con el fin de detectar por ejemplo, bombas deficientes, piso en mal estado, iluminación deficiente, etc.

-Purificación y disposición económica del lubricante: Respecto a este punto, se encuentra establecido en planta y cuenta con un procedimiento escrito de acuerdo a la IT 73-003 para el retiro y el manejo de aceites usados.

Las solicitudes de retiros se realizan a través del software establecido para ello.

-Confiabilidad de la lubricación: No existe un programa de confiabilidad por equipo, se debe implementar un método de análisis de fallas y sus efectos para minimizarlas comenzando por equipos críticos del área. Existe cooperación directa entre el área de lubricación planta y mantenimiento del área, cuando existen fallas se realizan informes de análisis de fallas y quedan indicadas las acciones reguladas. Los cambios de aceite son realizados en base a condición.

La formulación del programa de lubricación presenta falencias respecto a frecuencias y actualización de tareas, se deben establecer límites a los parámetros operativos que influyen sobre la lubricación como temperaturas, presiones, límites de contaminación, además de incorporar procedimientos de aplicación de lubricantes por ejemplo. Cuando el programa de lubricación este formulado de buena forma se debe generar un sistema de control del cumplimiento de las tareas de lubricación

-Seguridad y Medio Ambiente: El pañol no cuenta con las hojas de seguridad actualizadas de los productos utilizados, y no hay registros escritos de toma de conocimientos por parte del personal de área relacionado con los conocimientos de los riesgos asociados a la manipulación de estos productos, cabe destacar que el pañol de Colada Continua es el más cercano a los estándares que se quieren lograr, este cuenta con iluminación adecuada además de extractores de aire adecuados, el pañol se mantiene limpio y ordenado, para mejorar la instalación se requiere implementar pintura lavable e impermeable para el manejo de hidrocarburos, de igual forma se detecta que los movimientos de los tambores se realizan de forma manual, se debe implementar un carro para movimientos de tambores.

3.3.2 Evaluación inicial Planta de Coque

En la Tabla (3.3) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en área de Planta de Coque.

Tabla 3.3 Promedio evaluación inicial Planta de Coque

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	4,2
Procedimiento de lubricación	0,0
Organización efectiva de la lubricación	4,4
Control de la contaminación	4,6
Manejo y almacenamiento correcto	7,3
Muestreo del lubricante	7,9
Purificación y disposición económica del lubricante	7,4
Análisis de aceite usado	8,4
Entrenamiento del personal de planta	4,2
Confiabilidad de la lubricación	5,1
Seguridad y medio ambiente	3,9

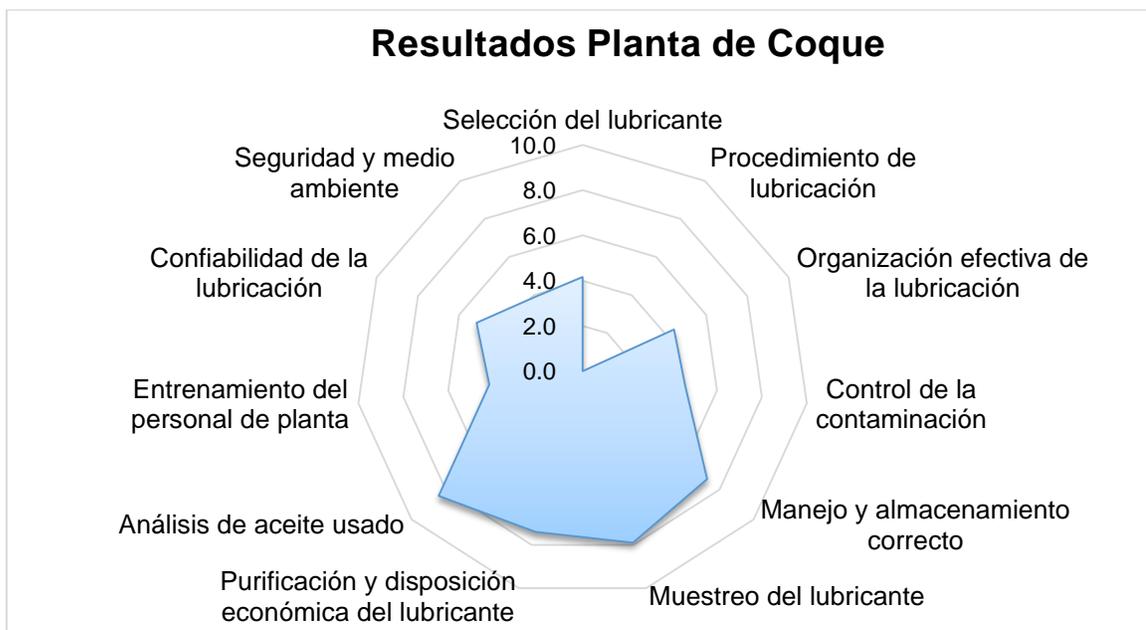


Gráfico. Evaluación inicial Planta de Coque

3.3.2.1 Análisis de resultados Planta de Coque

El área de Planta Coque presenta sus mejores calificaciones en los parámetros de gestión de **análisis de aceite y muestreo de lubricantes**, donde se cuenta con un sistema formal y establecido, en el cual el área de lubricación de planta realiza muestreo de lubricantes según programa y manejan procedimientos escritos para la toma de muestras, además los análisis de aceite se realizan en un laboratorio certificado.

Otro punto con buena calificación corresponde a la **confiabilidad de la lubricación** en la cual existe comunicación directa entre el área de lubricación y mantenimiento para asesorías y trabajos de lubricación, también están definidos los límites operativos que influyen sobre la lubricación de algunas máquinas, sin embargo se debe formalizar la responsabilidad de operación frente a la lubricación de sus máquinas. Los cambios de aceites se realizan a través de análisis predictivos y según programación, quedando registros de los cambios de aceites por parte del personal de lubricación, se debe establecer un sistema formal para registrar consumos de lubricantes por equipo. Cabe destacar que el personal ejecutor de lubricación controla y da aviso de anomalías evidentes de forma oportuna para posteriores inspecciones y análisis de lubricantes. En este mismo parámetro no existe un programa de confiabilidad por máquina ni la existencia de documentos formales de análisis de modo de fallas y sus efectos para minimizar fallas potenciales. Tampoco existen controles para la verificación del programa de lubricación, respecto al control de las actividades del programa de lubricación esto no se realiza, el programa de lubricación actual presenta falencias y se encuentra desactualizado.

Los parámetros de gestión de lubricación tienen las calificaciones más bajas y radican en **procedimientos de lubricación**, donde no se cuenta con ningún procedimiento escrito, por lo tanto las actividades de lubricación son realizadas bajo las experiencias del lubricador, se debe mejorar los programas de lubricación indicando procedimientos para aplicación de lubricantes en plataforma SAP.

-Entrenamiento del personal: Si bien el personal ejecutor cuenta con capacitaciones y alta experiencia, no existen exámenes formales y certificados que lo acrediten, los contenidos aprendidos no se ven reflejados en prácticas de clase mundial, respecto a la capacitación de igual forma el personal de operaciones debe estar capacitado y conocer los factores que inciden en la lubricación de sus máquinas y el funcionamiento de cada componente lubricado.

-Selección de lubricantes: Los lubricantes han sido elegidos por el área de lubricación considerando recomendaciones de los fabricantes y buscando la economía de estos, permitiendo generar confiabilidad para su aplicación.

Se requiere establecer criterios formales para ensayos de nuevos lubricantes y realizar a futuro un estudio de lubricación en base a cartas de lubricación donde se registre características del lubricante entre otros factores que influyen en la lubricación.

-Organización efectiva de la lubricación: Las responsabilidades de la ejecución de la lubricación radica en una empresa contratista, la cual es supervisada por los encargados de sector, se mantiene cooperación directa en asesorías y análisis de aceites con el área de lubricación planta. En relación a las tareas de supervisión no existe un sistema de control definido y establecido, dejando el cumplimiento del programa de lubricación solo en base a la experiencia del lubricador.

El personal lubricador lleva controles escritos no oficiales del consumo de lubricante por equipo, se requiere establecer un sistema de registro formal.

Respecto al control de las fugas detectadas de lubricante, éstas se reparan a la brevedad, sin embargo esto se realiza de manera informal (no existe un procedimiento), por lo tanto se debe implementar un sistema de control escrito para el control de fugas e inspecciones de búsqueda de anomalías en la lubricación.

Al no tener control de las tareas de lubricación es imposible contar con un sistema de medición, se debe abordar primeramente una buena planificación de las tareas de lubricación plasmado en el programa de lubricación el cual presenta muchos errores y falta de actualización, se debe mejorar el programa de lubricación e incorporarlo a plataforma SAP, igualmente supervisar de buena forma las tareas de lubricación para finalmente establecer indicadores que puedan medir la gestión en este punto.

-Control de la Contaminación: Se deben implementar procedimientos escritos para efectuar cambios de aceites y filtros que aseguren cero contaminación. En este pañol se observa que no existen elementos de trasvasijos adecuados, personal de lubricación adapta bidones, botellas, baldes, etc. para realizar rellenos y cambios de aceites a los equipos, se deben implementar elementos adecuados para esto tipo "Oil Safe".

De igual forma se deben utilizar filtros de sílice en los tambores para poder evitar el ingreso de contaminantes a los lubricantes antes de ser usados. También mantener limpias mangueras y acoples utilizados para la aplicación de lubricantes

Actualmente están establecidos códigos de limpieza para equipos críticos del área.

Como observación el pañol de lubricantes del área muestra evidente suciedad, se debe establecer un día de limpieza por semana.

-Seguridad y medio ambiente: El almacenamiento de los tambores se realiza de forma horizontal y la descarga por gravedad, corriendo el riesgo de derrames y peligro al medio ambiente al no contar con piso impermeable ni pretil de rebalse, el pañol cuenta con hojas de seguridad de los productos utilizados, debe complementarse caja de documentos con toma de conocimientos por parte del personal de lubricación, así como también planes de contingencias asociados al trabajo en el pañol, este no cuenta con iluminación adecuada y la ventilación no permite eliminar vapores de solventes y lubricantes dañinos para los trabajadores, se debe modificar la forma de almacenaje del pañol.

-Manejo y almacenamiento correcto: Para el manejo de residuos de aceite, existe un procedimiento no escrito donde se establece el retiro de desechos lubricantes, los que deben ser almacenados en sector dispuesto para residuos peligrosos, sin embargo no existe una documentación que acredite dicha actividad.

Los tambores almacenados se encuentran claramente identificados, se almacenan de forma horizontal realizándose el trasvasije por gravedad generando la posibilidad de derrames e ingreso de contaminación, se requiere almacenar los tambores en forma vertical y utilizar bombas para el trasvasije además de usar filtros de venteos para cada tambor de igual forma solo deben estar almacenados los lubricantes utilizados con alta frecuencia de uso.

-Purificación y disposición económica del lubricante: Respecto a este punto, se encuentra establecido en planta y se cuenta con un procedimiento escrito de acuerdo a la IT 73-003 para el retiro y el manejo de aceites usados.

Se debe mejorar sitio de despacho de Planta de Coque, idealmente implementar losa para evitar cualquier tipo de derrame.

3.3.3 Evaluación inicial área Combustibles

En la Tabla (3.4) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en el área de Combustibles.

Tabla 3.4 Promedio evaluación inicial área Combustibles

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	3,0
Procedimiento de lubricación	0,0
Organización efectiva de la lubricación	3,0
Control de la contaminación	2,5
Manejo y almacenamiento correcto	4,0
Muestreo del lubricante	8,0
Purificación y disposición económica del lubricante	7,8
Análisis de aceite usado	8,3
Entrenamiento del personal de planta	5,5
Confiabilidad de la lubricación	2,6
Seguridad y medio ambiente	0,0



Gráfico. Evaluación inicial área Combustibles

3.3.3.1 Análisis de resultados área Combustibles

El área de Combustibles presenta sus mejores calificaciones en los parámetros de gestión de lubricación; **análisis de aceite y muestreo de lubricantes**, donde se dispone de un sistema formal y establecido. El área de lubricación realiza toma de muestras según programa y manejan procedimientos escritos para éstas; se debe revisar la cantidad de equipos monitoreados.

-Procedimiento de lubricación: No se cuenta con ningún procedimiento escrito, las actividades de lubricación son realizadas bajo las experiencias adoptadas por personal mecánico del área.

-Seguridad y medio ambiente: Este ítem refleja la peor calificación a nivel planta, básicamente debido a que este departamento no dispone de un espacio definido para el manejo de lubricantes. Se debe asignar un espacio físico para la implementación de los estándares establecidos (capítulo IV, pág. 57) detallado más adelante.

Actualmente no se cuenta con hojas de seguridad de los productos, tampoco existe un registro de toma de conocimiento de los riesgos asociados a la manipulación de lubricantes.

No se tiene señalética adecuada que indique los peligros y vías de evacuación por ejemplo.

La ventilación es adecuada debido a que el almacenamiento de tambores se encuentra en un espacio prácticamente abierto, pero la iluminación es completamente deficiente. Se evidencia un pretil de rebalse, sin embargo no tiene un piso lavable para manejo de hidrocarburos, por lo tanto esta condición favorecería la generación de filtraciones a la tierra causando daños directamente al ambiente. El manejo de tambores se realiza de forma manual con el riesgo de ocasionar algún tipo de accidente, además los aceites son almacenados de forma horizontal y subidos mediante tecles a una plataforma para realizar descarga de lubricantes por gravedad.

-Control de la contaminación: Se deben implementar procedimientos para realizar cambios de aceites y filtros que aseguren cero contaminación, en general los activos de esta área se encuentran herméticamente cerrados y con los filtros adecuados. Respecto al almacenamiento de tambores se observa que se encuentran herméticamente cerrados sin filtros de venteo, sin embargo no existen elementos de trasvasijos adecuados, personal de lubricación adapta bidones, botellas, baldes, etc. para realizar rellenos y cambios de aceites a los equipos.

Es necesario dejar operativa la máquina de micro-filtrado para realizar diálisis de equipos de gran volumen en conjunto con área de lubricación planta.

-Confiabilidad de la lubricación: No existe un programa de confiabilidad por equipo que permita comprobar la existencia de análisis de modo de falla y sus efectos para minimizar estas. Cuando un equipo falla se realiza difusión de las lecciones aprendidas, pero no se generan documentos escritos con procedimientos de estas lecciones. Se deben establecer registros por equipos de los parámetros operativos que influyen sobre la lubricación tales como; presión, temperatura, contaminación, cargas, etc. Cabe destacar que existe mutua cooperación entre las áreas de mantención y lubricación, se monitorean los equipos críticos de mayor volumen y los cambios de aceite se realizan por condición del lubricante.

-Manejo y almacenamiento correcto: En relación a la manipulación de residuos de aceite, se maneja un procedimiento no escrito donde se establece el retiro de desechos lubricantes los que se debe almacenar en primer piso zona de calderas, donde los tambores deben ser debidamente rotulados, sin embargo no existe una documentación que certifique ésta actividad.

Los tambores almacenados deben contar con filtros de venteo, se destaca que los tambores están claramente identificados.

-Purificación y disposición económica del lubricante: Respecto a este punto, se encuentra establecido en planta y se cuenta con un procedimiento escrito de acuerdo a la IT 73-003 para el retiro y el manejo de aceites usados. Cabe mencionar que el área combustibles no cuenta con un lugar establecido para el almacenamiento de tambores con desechos de lubricantes, dejándolos en talleres o a la intemperie. Por esta razón se debe asignar un lugar físico establecido en el área.

-Selección del lubricante: Los lubricantes son elegidos por el área de lubricación considerando recomendaciones de los fabricantes y buscando la economía de estos, permitiendo generar confiabilidad para su aplicación. Se requiere establecer criterios formales para ensayos de nuevos lubricantes y realizar a futuro un estudio de lubricación (carta de lubricación por equipo).

-Organización efectiva de lubricación: Tanto la responsabilidad como la supervisión de la lubricación radica en el personal mecánico del área para los cuales, lubricar es una tarea más dentro de su trabajo, por otro lado se observa que no existe registro escrito del consumo de lubricantes por equipo, ni tampoco control del cumplimiento del programa de lubricación.

Se debe implementar carta de lubricación por equipo, donde se registre cambios realizados y cumplimientos del programa de lubricación.

-Entrenamiento del personal: Se observa que los mecánicos que llevan a cabo la lubricación tienen aproximadamente 30 años de experiencia, además de contar con capacitaciones para la lubricación. Sin embargo los contenidos de estas capacitaciones no son en base a los estándares de clase mundial y tampoco existen exámenes que certifiquen los conocimientos obtenidos post capacitación.

3.3.4 Evaluación inicial pañol Laminador de Barras Rectas

En la Tabla (3.5) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en el área Laminador de Barras Rectas.

Tabla 3.5 Promedio evaluación inicial Laminador de Barras Rectas

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	4,2
Procedimiento de lubricación	0,3
Organización efectiva de la lubricación	4,0
Control de la contaminación	3,9
Manejo y almacenamiento correcto	2,8
Muestreo del lubricante	8,5
Purificación y disposición económica del lubricante	7,2
Análisis de aceite usado	7,5
Entrenamiento del personal de planta	2,5
Confiabilidad de la lubricación	5,6
Seguridad y medio ambiente	6,9

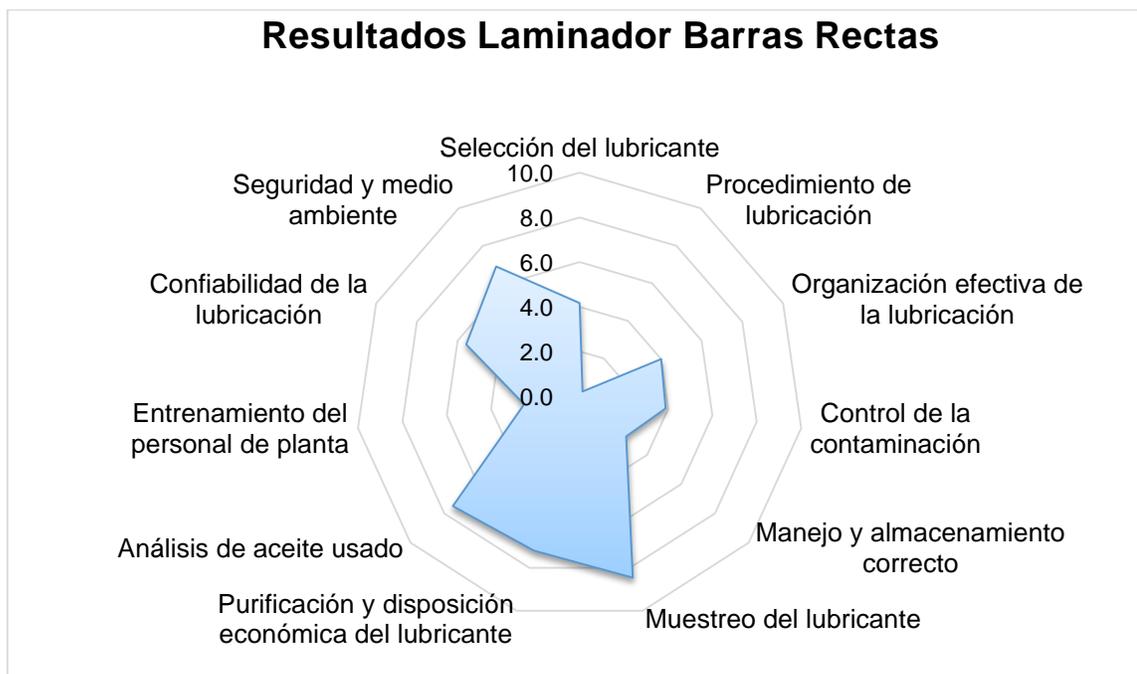


Gráfico. Evaluación inicial Laminador de Barras Rectas

3.3.4.1 Análisis de resultados Laminador de Barras Rectas

En esta área productiva se observa que las mejores calificaciones en los parámetros de gestión de lubricación son; **seguridad y medio ambiente, muestreo de lubricantes, purificación y disposición económica del lubricante además de análisis de aceite usado**, los lubricantes han sido elegidos de acuerdo a recomendaciones de fabricantes, se observa la posibilidad de unificar aplicaciones con los mismos productos como en el caso de lubricante para unidades neumáticas donde se utilizan dos productos de características similares. Se deben establecer criterios formales para ensayar lubricantes de nuevas tecnologías. De igual forma se debe realizar un estudio de lubricación a través de cartas de lubricantes y características por equipo.

Respecto al **muestreo de lubricantes y análisis de aceites** usados, el área de lubricación de planta es responsable de estos ítems, realizan muestreo de lubricantes según el programa y manejan procedimientos escritos para la toma de muestras. Para lograr estándares de clase mundial, se deben mejorar algunos puntos de muestreos de modo que sean más representativos e implementar un sistema de identificación para ellos, también se debe generar una hoja de control por equipo, identificando por ejemplo si la muestra se tomó con equipo operando o detenido, y un histórico de resultados y recomendaciones realizadas.

Respecto a **seguridad y medio ambiente**, se cuenta con hojas de seguridad de los productos, sin embargo no hay registro escritos de la toma de conocimiento por parte del personal de lubricación respecto a los riesgos en la manipulación de lubricantes, de igual forma se debe dejar constancia de conocimientos en manejo de extintores, por parte del lubricador planes de contingencias asociados al pañol de lubricantes. Para el movimiento de tambores se utiliza un carro de transporte de tambores adecuado a los estándares establecidos, sin embargo los tambores de uso diario están almacenados sobre pallet, los cuales dificultan los movimientos por parte del lubricador, lo que podría causar algún tipo accidente o sobreesfuerzo. Los tambores deben ubicarse a ras de piso.

Los parámetros de gestión de la lubricación con calificación más baja son; **manejo y almacenamiento correcto** y **procedimientos de lubricación**, donde este último tiene una calificación de cero, ya que no se cuenta con ningún procedimiento escrito para aplicación y cambio de lubricantes que asegure cero contaminación, se deben generar procedimientos para cambios de aceite, rellenos para equipos, cambios de filtros entre otras tareas de lubricación e incorporarlos al programa de lubricación.

De acuerdo al manejo de residuos de aceite, existe un procedimiento no escrito donde se establece el retiro de desechos lubricantes, estos deben ser almacenados en tambores y debidamente rotulados para su almacenamiento en costado puerta N°7 y posterior retiro por parte de área de lubricación. Sin embargo no existe una documentación que certifique dicha actividad.

Referente al **manejo de tambores** estos se encuentran debidamente identificados, las bombas de trasvasije se encuentran almacenadas en un área que da evidencia del uso de cualquier bomba para diferentes tipos de lubricantes generando contaminación cruzada, se debe contar con una bomba en particular para cada tipo de lubricante y cada tambor debe contar con un filtro de venteo que impida la entrada de contaminantes. En relación a los elementos de trasvasije, son utilizados bidones y botellas que evidencian un alto nivel de contaminación.

Se deben implementar procedimientos para limpiar mangueras y acoples además de cambios de aceites y filtros de sistemas que asegure cero contaminación. Como observación de orden en el almacenamiento de tambores estos deben ubicarse a ras de piso, se eliminarán los pallet para evitar peligros de golpes y caídas de tambores al moverlos.

-Organización efectiva de la lubricación: Los supervisores del área, dentro de sus funciones se encuentra la programación y supervisión de las actividades de lubricación, además deben asegurar que las tareas sean realizadas en tiempo y forma adecuada. Sin embargo no se lleva un control completo de las tareas de lubricación, por lo tanto, se debe mejorar el programa de lubricación redefiniendo las actividades para que se realicen de forma segura, generando registros del consumo de lubricantes y estableciendo un procedimiento para el control de fuga con el fin de reparar o modificar a la brevedad la falla.

-Purificación y disposición económica del lubricante: Respecto a este punto, se encuentra establecido en planta, se cuenta con un procedimiento escrito de acuerdo a la IT 73-003 para el retiro y el manejo de aceites usados.

El sistema de aviso de retiro se realiza a través de software de gestión de residuos, los usuarios no realizan solicitudes de acuerdo a lo establecido, se debe instruir nuevamente a los usuarios para normar el retiro, se debe establecer un lugar físico adecuado para el retiro de tambores.

-Control de la contaminación: Se deben implementar procedimientos y métodos para realizar cambios de aceites y filtros que aseguren cero contaminación, en general los equipos de esta área se encuentran herméticamente cerrados y con los filtros adecuados. Respecto al almacenamiento de tambores se observa que no se encuentran herméticamente cerrados y sin filtros de venteo, no existen elementos de trasvasijos adecuados, personal de lubricación adapta bidones, botellas, baldes, etc. para realizar rellenos y cambios de aceites a los equipos con evidente contaminación. Se deben implementar elementos de trasvasije y rellenos adecuados tipo "Oil Safe".

El área de Laminador de Barras Rectas cuenta con los más estrictos códigos de limpieza para los sistemas hidráulicos de toda la planta. Posee una sala de micro-filtrado para hacer rellenos en las centrales hidráulicas, se debe generar un procedimiento en el cual se asegure que el almacenamiento de micro-filtrado sea adecuado y controlar mediante un contador de partículas el real estado del código de limpieza. Se debe generar un programa de re-circulación y micro-filtrado para los equipos hidráulicos del área.

-Entrenamiento del personal: En esta área productiva existe sólo una persona a cargo de las actividades de lubricación, la cual tiene un año de experiencia y sin capacitación. Si bien este lubricador tiene la noción de la importancia de lubricar los equipos y conocimiento de la funcionalidad de los sistemas de lubricación; es necesario efectuarle una capacitación en base a los estándares de clase mundial con un respectivo examen evaluando así sus conocimientos obtenidos. De igual forma es necesario capacitar a personal de supervisión y operaciones de modo de complementar las funciones y tareas de lubricación asignadas.

3.3.5 Evaluación inicial Laminador de Barras Talcahuano

En la Tabla (3.6) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en el área Laminador de Barras Talcahuano.

Tabla 3.6 Promedio evaluación inicial Laminador de Barras Talcahuano

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	3,2
Procedimiento de lubricación	0,0
Organización efectiva de la lubricación	4,2
Control de la contaminación	3,3
Manejo y almacenamiento correcto	2,7
Muestreo del lubricante	8,4
Purificación y disposición económica del lubricante	8,2
Análisis de aceite usado	7,8
Entrenamiento del personal de planta	2,0
Confiabilidad de la lubricación	6,3
Seguridad y medio ambiente	7,5

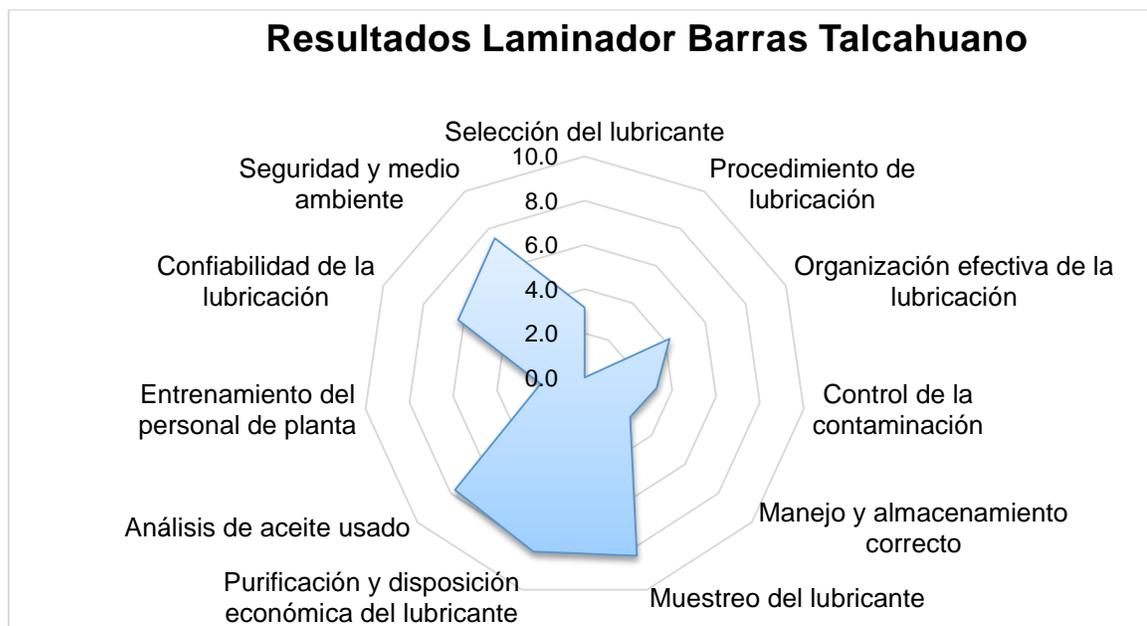


Gráfico. Evaluación inicial Laminador de Barras Talcahuano

3.3.5.1 Análisis de resultados Laminador de Barras Talcahuano

En esta área productiva las mejores calificaciones se presentan en los parámetros de gestión de lubricación; **muestreo de lubricantes, análisis de aceites, purificación y disposición económica del lubricante y seguridad y medio ambiente.**

Para el caso de **muestreo de lubricantes** y **análisis de aceites usados** el área de lubricación de planta, realiza muestreos de lubricantes según programa establecido y manejan procedimientos escritos para la toma de muestras. Se debe implementar un sistema de identificación por punto muestreo y mejorar algunos puntos para que sean más representativos (agregar punto de muestra en equipos con mayor volumen). También generar una hoja de control por equipo identificando por ejemplo; si la muestra se tomó con equipo operando o detenido, además de un registro histórico con trabajos y recomendaciones realizadas al equipo.

Respecto a **purificación y disposición económica del lubricante** se encuentra establecido en planta el manejo y retiro de residuos de aceite usado a través del procedimiento escrito de acuerdo a la IT 73-003 para el retiro y manejo de aceites usados a cargo del área de lubricación de planta. El sistema de aviso de retiro se realiza a través de software de gestión de residuos, los usuarios no realizan solicitudes de acuerdo a lo establecido, se debe instruir nuevamente a los usuarios para normar el retiro, se debe establecer un lugar físico adecuado para el retiro de tambores.

En relación a la **seguridad y medio ambiente** se observa que el pañol cuenta con hojas de seguridad, pero no están actualizadas ni se encuentran en buen estado. Se debe contar con una hoja de registro de toma de conocimiento por parte del lubricador de los peligros asociados al manejo de lubricantes las cuales deben estar escritas en la caja de hojas de seguridad al igual que los planes de contingencias asociados a los peligros del pañol.

El pañol a modo general cumple en su mayoría con los estándares que se quieren lograr, cuenta con piso lavable para manejo de hidrocarburos, iluminación adecuada, ventilación adecuada y pretil de contención para derrames.

Respecto a la seguridad el pañol cuenta con un extintor adecuado, la manipulación de tambores se realiza a través de un carro dispuesto para esto, se debe mejorar o complementar la señalética. Como observación se debe mejorar la limpieza en general del pañol.

-Procedimientos de lubricación: No se cuenta con ningún procedimiento escrito, las actividades de lubricación son realizadas bajo las experiencias adoptadas por personal mecánico del área, se deben generar procedimientos para la aplicación de lubricantes que aseguren cero contaminación y complementar programa de lubricación con procedimientos como rellenos de equipos, cambios de aceite entre otros.

-Control de la contaminación: Se deben implementar procedimientos específicos para cambio de aceite y filtros que aseguren cero contaminación

No existen elementos de trasvasijos adecuados, personal de lubricación adapta bidones, botellas, baldes, etc. para realizar rellenos y cambios de aceites a los equipos con evidente contaminación. Se debe implementar elementos de trasvasije y relleno ideados para tal función tipo "Oil Safe".

Se observa que todos los lubricantes usados en el pañol cuentan con su propia bomba para el trasvasije, evitando así la contaminación cruzada, sin embargo se debe implementar un filtro de sílice por tambor para evitar el ingreso de contaminación al lubricante nuevo.

Cabe destacar que el trasvasije de lubricantes a los equipos de gran volumen se realiza de forma directa a través del tambor, se debe implementar un carro de micro-filtrado para hacer esta actividad evitando así la contaminación con partículas ya existentes en el tambor con lubricante nuevo. Se debe implementar de forma particular el uso de máquinas de micro-filtrado de capacidad adecuada para los equipos de lubricación de gran volumen.

-Manejo y almacenamiento correcto: Referido al manejo de residuos de aceites usados existe un procedimiento formal y escrito, en el cual los aceites son almacenados temporalmente en tambores sellados y debidamente rotulados en sitio de despacho N°3.

Los equipos de aplicación de aceite y grasa se encuentran contaminados al igual que los elementos de los acoples y mangueras utilizadas para el trasvasije del lubricante, por lo cual deben ser limpiados periódicamente y sobretodo antes de ser utilizados.

No existen procedimientos de cambios de aceite y filtros que aseguren cero contaminación, también se debe implementar plan de mantenimiento de equipos y elementos de lubricación centralizados.

Se deben implementar sistemas de identificación para los tambores; se tiende a confundir entre lubricantes de uso y lubricantes usados.

-Selección del lubricante: Los lubricantes fueron elegidos de acuerdo a recomendaciones de fabricantes por parte del área de lubricación planta, respecto de unificar aplicaciones, existe la posibilidad de juntar lubricantes, ya que se utilizan dos productos similares para mismas aplicación, se deben establecer criterios formales para ensayar lubricantes nuevos. Igualmente se debe realizar un estudio de lubricación en donde se detalle a través de cartas de lubricación características de lubricantes y de operación por equipo e implementar un sistema de cartas a equipos nuevos.

-Organización efectiva de la lubricación: Las responsabilidades de supervisión de las tareas de lubricación del área está a cargo del Jefe de supervisión mecánica, quien verifica en lo posible que las tareas sean realizadas por el personal. La lubricación se basa en gran parte en la experiencia por parte del lubricador del área, se debe definir las responsabilidades para la aplicación de aceites y grasas de sus propias máquinas.

Personal del área indica que con un solo lubricador no es suficiente para realizar las actividades de lubricación de buena forma, quedando muchas veces tareas sin realizar.

Se debe implementar una hoja de registro para el uso de lubricante por equipo y se debe incorporar una hoja de control de fuga que permita identificarlas y atenuarlas, se debe establecer método de control y un sistema de medición en base a indicadores de consumo de lubricante y cumplimiento de tareas de lubricación.

-Confiabilidad de la lubricación: A pesar de que personal del área maneja respuesta frente a fallas y se toman los resguardos asociados, se debe implementar un programa de confiabilidad por máquina identificando los modos de fallas asociados a estas comenzando por los equipos críticos. Por otro lado existe cooperación constante entre área de lubricación planta y mantenimiento mecánico del laminador.

Se debe buscar el modo de realizar control y cumplimiento del programa de lubricación, de igual forma se debe generar un estudio de lubricación en base a cartas de lubricación por equipo y describir parámetros como temperatura y presiones relevantes al proceso de lubricación.

-Entrenamiento del personal: En LBT el encargado de lubricar es un mecánico con 15 años de experiencia que ha recibido capacitación. Sin embargo se debe complementar capacitación en contenido referente a las mejores prácticas de clase mundial. Personal de operación debe comprender la incidencia de la lubricación en sus procesos productivos y las acciones que debieran llevar a cabo cuando existan desviaciones en el comportamiento normal de sus sistemas, las capacitaciones para personal de ejecución y supervisión deben estar orientadas a saber cómo es el funcionamiento de cada componente y sistema de lubricación, además de los factores directos que influyen en la lubricación de sus equipos. Las capacitaciones deben ser medidas a través de exámenes formales.

3.3.6 Evaluación inicial Altos Hornos

En la Tabla (3.7) se entrega el promedio de cada parámetro obtenido en la encuesta de estándares de lubricación realizada en el área de Altos Hornos y Materias Primas.

Tabla 3.7 Promedio evaluación inicial Altos Hornos.

Parámetro de gestión de lubricación	Promedio
Selección del lubricante	3,4
Procedimiento de lubricación	0,0
Organización efectiva de la lubricación	2,4
Control de la contaminación	4,1
Manejo y almacenamiento correcto	3,9
Muestreo del lubricante	8,4
Purificación y disposición económica del lubricante	8,2
Análisis de aceite usado	7,9
Entrenamiento del personal de planta	2,2
Confiabilidad de la lubricación	3,9
Seguridad y medio ambiente	6,2

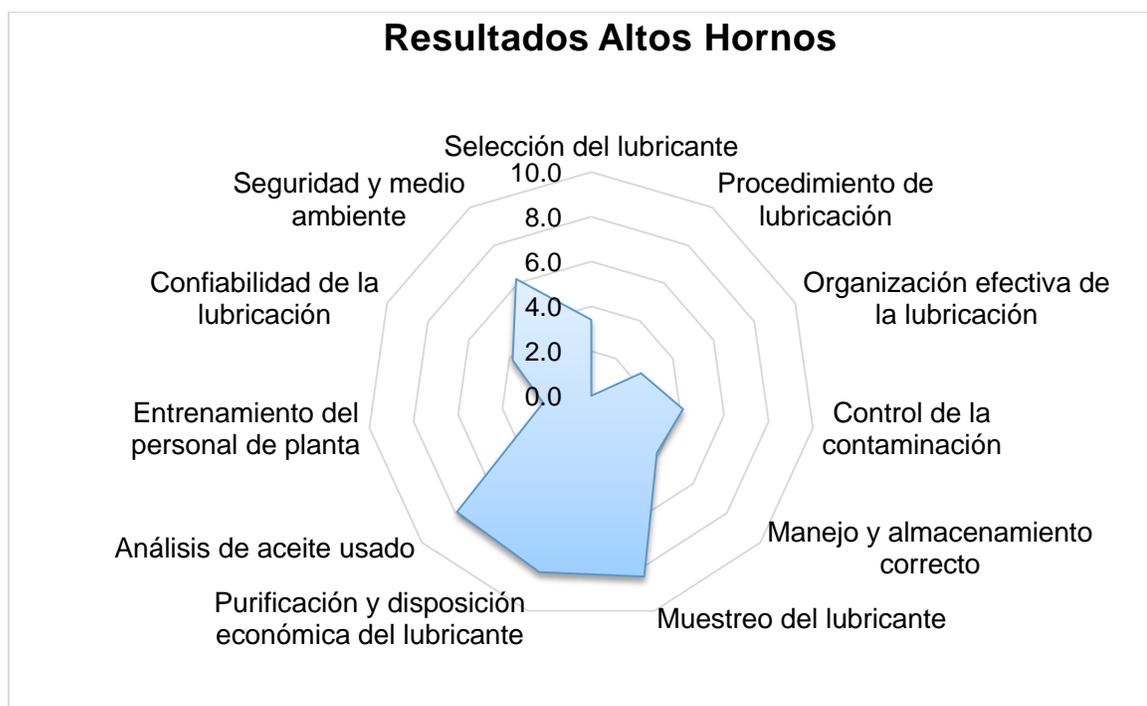


Gráfico. Evaluación inicial Altos Hornos

3.3.6.1 Análisis de resultados Altos Hornos

Los parámetros de gestión de lubricación mejor evaluados son; **purificación y disposición de aceites usados, muestreo de lubricantes y análisis de aceite usado**. Respecto al muestreo de lubricante y análisis de aceites usados, el área de lubricación de planta según el programa realiza muestreos de lubricantes y manejan procedimientos escritos para la toma de muestras. Se debe implementar un sistema de identificación por punto de muestreo y mejorar algunos puntos para que sean más representativos, se debe generar una hoja de control por equipo identificando por ejemplo; si la muestra se tomó con equipo operando o detenido, además de un registro histórico con trabajos y recomendaciones realizadas al equipo, en conjunto con programación del área se debe discutir el ingreso de nuevos equipos para el análisis de aceites.

Purificación y disposición económica del lubricante Está establecido en planta la reutilización de aceites usados como combustibles, para el manejo de residuos de aceite, se cuenta con un procedimiento escrito IT 73-013 para el retiro y manejo de aceites usados, como observación se debe mejorar el sitio de despacho de modo que los tambores almacenados con residuos peligrosos no queden a ras de piso y puedan generar problemas al medio ambiente, idealmente se debe implementar una superficie para almacenar los tambores.

-Manejo y almacenamiento correcto: Referido al manejo de residuos de aceite usados existe un procedimiento formal en donde los residuos son almacenados en tambores debidamente rotulados en el sitio despacho de Altos Hornos, sin embargo se debe establecer un lugar físico bien identificado en donde los tambores con aceites usados queden debidamente protegidos sin riesgo de derrame que pueda ocasionar daño al medio ambiente.

Respecto a los tambores almacenados en el pañol, se debe implementar un filtro de venteo de sílica gel por tambor para evitar ingreso de contaminantes al lubricante nuevo, se observa también que los elementos para la aplicación de aceite no son los adecuados, personal mecánico adapta bidones y botellas para dicha actividad evidenciando una alta contaminación, se debe implementar envases de trasvasije adecuados tipo "Oil Safe", de igual forma los elementos de aplicación de grasa deben estar libres de contaminación e identificados. En general se cuenta con una bomba de trasvasije por cada producto en uso, a pesar de ello se detecta falta de bombas para algunos productos, por este motivo los mecánicos lubricadores utilizan una misma bomba para diferentes productos provocando contaminación cruzada.

En relación a la identificación de lubricantes, se detecta una deficiencia debido que hay lubricantes en los cuales no se distingue su identificación, pudiendo ser utilizados en algún equipo de forma errónea. Mejorar condiciones de aseo en el pañol.

-Procedimientos de lubricación: No se cuenta con ningún procedimiento escrito para aplicación y cambio de lubricantes que aseguren cero contaminación, se debe complementar y actualizar los programas de lubricación con procedimientos para el cambio de aceites y aplicación de grasas entre otras actividades de lubricación.

-Selección de lubricante: Los lubricantes son elegidos por el área de lubricación y son consideradas las recomendaciones del fabricante, además del menor costo posible. Se deben desarrollar protocolos formales para ensayos de nuevos lubricantes y de mayor tecnología, de igual forma, se debe implementar un estudio de lubricación mediante cartas de lubricación por equipo, las cuales contengan información relevante para el proceso como por ejemplo; tipo de lubricante, factores de operación, modos de fallas asociadas a la lubricación, entre otras. Se debe generar un formato de cartas de lubricación.

-Control de la contaminación: No existen procedimientos específicos para cambios de aceites y filtros que aseguren cero contaminación, de forma general los equipos se encuentran herméticamente cerrados y con filtros adecuados.

Se debe implementar un sistema de gestión en base a hojas de inspección para identificar deficiencias en la lubricación, control de fugas, hermeticidad de algunos equipos y modificaciones de la maquinaria para mejorar su lubricación.

Dicho anteriormente, en el almacenamiento de tambores, estos deben contar con un bomba individual por producto e instalar un filtro de venteo para evitar el ingreso de contaminantes, de igual forma los elementos de lubricación y trasvasije deben ser los adecuados, mantenerlos libres de contaminación e identificados, se observa que los mecánicos lubricadores adaptan botellas o bidones los cuales ya se encuentran contaminados antes de incorporar aceites a los equipos.

-Organización efectiva de la lubricación: La lubricación del área está a cargo de una empresa de servicios cuya responsabilidad principal es la lubricación de los equipos, las tareas de lubricación no son supervisadas de forma continua y muchas tareas de lubricación son efectuadas de acuerdo a la experiencia del lubricador. Se debe establecer de forma clara las responsabilidades de los operadores respecto a la aplicación de aceites y grasas de sus máquinas.

Se debe implementar un sistema de registro de consumo por equipos y mejorar el programa de lubricación, además de implementar un sistema de inspecciones para el control de fugas de lubricantes.

Una vez que se mantenga el control de las actividades de lubricación y del consumo de lubricante se podrá establecer un método de medición en base a un sistema de gestión, cabe destacar que actualmente el programa de lubricación del área, no entrega la información clara en las OM (órdenes de mantenimiento) para realizar las actividades de lubricación, se debe mejorar la base de datos en información y en algunos casos frecuencias de las actividades de lubricación. Como comentario se está trabajando en conjunto con empresas contratistas para el mejoramiento del plan de lubricación.

-Entrenamiento del personal de planta: El equipo encargado de las actividades de lubricación son cuatro personas de las cuales dos poseen gran experiencia y las otras dos son relativamente nuevas en el área. Tres de estas personas cuentan con capacitaciones, sin embargo se debe complementar su capacitación en contenidos referentes a las mejores prácticas de clase mundial.

Referido a esto es necesario realizarles capacitaciones con los contenidos de estándar mundial de lubricación y medidas a través de exámenes formales.

-Confiabilidad de la lubricación: A pesar de que personal del área maneja respuesta frente a fallas y se toman los resguardos asociados, se debe implementar un programa de confiabilidad por máquina identificando los modos de fallas asociados a estas comenzando por los equipos críticos. Existe cooperación directa entre área de lubricación planta y mantenimiento mecánico de las áreas de AAHH de igual forma se debe formalizar protocolos para controles de aceite y asesorías de lubricación.

Se observa que el programa de lubricación presenta falencias, las cuales deben ser mejoradas, para ello se debe generar un procedimiento de inspecciones por parte de personal de lubricación del área y revisadas por el área de lubricación planta.

Se debe buscar el modo de realizar control y cumplimiento del programa de lubricación, de igual forma, se debe generar un estudio de lubricación en base a cartas de lubricación por equipo y describir parámetros como temperatura, presiones, entre otras, relevantes para el proceso propiamente tal.

-Seguridad y medio ambiente: El pañol de AAHH cuenta con hojas de seguridad de los productos, sin embargo no hay registro escritos de la toma de conocimiento por parte del personal de lubricación respecto a los riesgos en la manipulación de lubricantes, de igual forma se debe dejar constancia de conocimientos en manejo de extintores por parte del personal en caso de principio de incendio y planes de contingencias asociados al manejo de lubricantes.

El movimiento de tambores se realiza de forma manual, se debe implementar carro de transporte de tambores adecuado a los estándares establecidos más adelante.

Se detecta que la ventilación del pañol no es adecuada, se debe instalar ventilación forzada mediante extractor de aire para la eliminación de vapores de solventes utilizados al interior.

En general el pañol cumple con los estándares exigidos, cuenta con piso lavable para manejo de hidrocarburos, pretil de rebalse entre otras, sin embargo se observa suciedad y contaminación, se debe instaurar un día de limpieza y restringir el acceso al pañol.

3.4 Comentario de Análisis de resultado global

La condición actual de la lubricación en la planta muestra una serie de falencias las cuales dan pie a implementar mejoras, donde estas apuntan a renovar los paños, implementar herramientas de trasvasije y de aplicación de lubricantes adecuados, así como mejoras de administración de la lubricación generando sistemas de estandarización y de gestión de acuerdo a las mejores prácticas.

A continuación se detallan las mejoras de la lubricación que se deben implementar:

- Se deben generar procedimientos de acuerdo a las mejores prácticas, para rellenos y cambio de filtros que aseguren cero contaminación.
Además se deben definir de forma escrita las actividades que se realizarán en el programa de lubricación, ya que actualmente la base de datos del programa de lubricación presenta deficiencias y no aclaran las actividades que debe realizar el mecánico lubricador. Por tal motivo se definirán, como realizar las tareas de lubricación, plasmando esta información en las órdenes de mantenimiento que ejecutará el lubricador.
- Se debe instruir a personal asociado a la lubricación de tal forma que comprendan la importancia de su labor en la operatividad de las máquinas de procesos. Considerando que el 80% de los problemas asociados a la lubricación son producidos en la aplicación del lubricante, por ende se debe hacer incapié en los métodos y técnicas de aplicación adecuados. Se debe implementar un módulo de capacitación que resguarde el conocimiento de las mejores prácticas de lubricación.

- Considerando la aplicación del lubricante como el punto más importante en el proceso de lubricación, se deben utilizar elementos y herramientas adecuados para el trasvasije y/o aplicación de lubricantes. Actualmente personal de lubricación adapta bidones, botellas y baldes para aplicar lubricantes, con el riesgo de ingresar contaminantes a los equipos, se debe implementar elementos de aplicación adecuados (tipo Oil Safe), herméticamente sellados y solo debe utilizarse un elemento trasvasije por tipo de lubricante.
- Se debe instaurar en cada pañol un día de limpieza por semana con el fin de eliminar la contaminación visible y mantener un orden adecuado; de igual forma se deben programar y generar procedimientos para limpiar mangueras y acoples utilizados en la aplicación de lubricantes a equipos de mayor volumen.
- Respecto a el almacenamiento de los lubricantes, se observan una serie de falencias, tales como, identificación de lubricantes, falta de bombas para el trasvasije, hermeticidad de los tambores, iluminación, cantidad de lubricantes almacenados, entre otras. Se debe generar estándares para el almacenamiento temporal que permitan mantener los lubricantes limpios antes de su aplicación, considerando el resguardo de la seguridad de los trabajadores.
- Se debe Implementar un sistema de identificación para cada tipo de lubricante con el fin de evitar errores en la aplicación.
- Se debe generar formatos de control de consumo de lubricantes por equipo a modo de identificar problemas asociados a cada equipo y poder optimizar la aplicación del lubricante.
- El área de Combustibles debe fijar un espacio físico adecuado para establecer su pañol de lubricación, asegurando el correcto almacenamiento y manejo de lubricantes.

- Es necesario establecer criterios formales para ensayos de nuevos lubricantes.
- Se debe realizar un estudio de lubricación en base a cartas de lubricación por equipos donde se detalle información relevante como, tipo de lubricante, puntos de muestreo, puntos de aplicación, entre otros, comenzando por los equipos críticos.
- Es necesario implementar un programa de confiabilidad por equipo comenzando con los equipos críticos, que permita identificar mediante análisis de modo de falla sus efectos para minimizar fallas potenciales.
- Como observación, se refleja del punto de vista de seguridad, ausencia de planes de contingencia, hojas de seguridad en mal estado y toma de conocimientos de los peligros asociados al manejo de lubricantes. En su efecto se deben actualizar las hojas de seguridad, implementar planes de contingencia asociado a los riesgos de cada pañol, los trabajadores deben conocer los riesgos relacionados con la manipulación de lubricantes.
Por otro lado el movimiento de tambores debe realizarse con el carro dispuesto para ello, con el fin de evitar la manipulación manual, sobreesfuerzo y/o puntos de atrapamiento.
- Se debe implementar un sistema de inspecciones que realice personal de lubricación en sus tareas habituales, el cual busque reportar situaciones de anomalías en la lubricación, control de fugas o mejoras de la condición actual de la lubricación.
- Establecer una documentación y procedimientos escritos para el manejo y retiro de desechos lubricantes.
- El mecánico lubricador deberá dentro de las tareas diarias utilizar sus EPP, siendo éstos; antiparras, zapatos de seguridad, protector auditivo, guantes tipo nitrilo, casco y buzo cuerpo completo.

CAPÍTULO IV

ESTANDARIZACIÓN DE PAÑALES DE LUBRICACIÓN

El almacenamiento de lubricantes es uno de los factores más importantes en la gestión de lubricación. Con el objetivo de eliminar barreras existentes como la contaminación y prevenir modos de falla asociados a este motivo, se establece una normativa de acuerdo a estándares de clase mundial en organización y estructura, estableciendo patrones de orden para el almacenamiento de lubricantes y la aplicación de estos con resguardo al medio ambiente y seguridad a los mismos trabajadores ver (Figura 4.1) y (Figura 4.2, pág. 58).

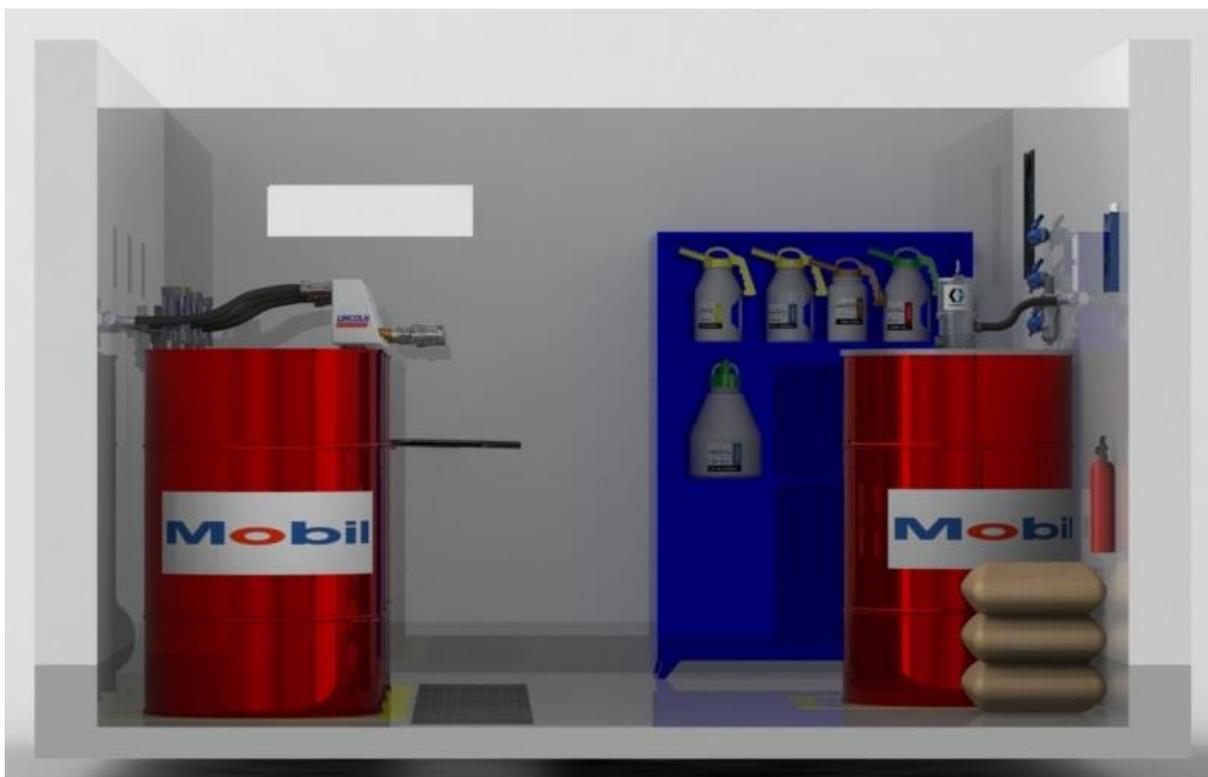


Figura 4.1 Organización estándar de elementos de lubricación en un pañol de CAP

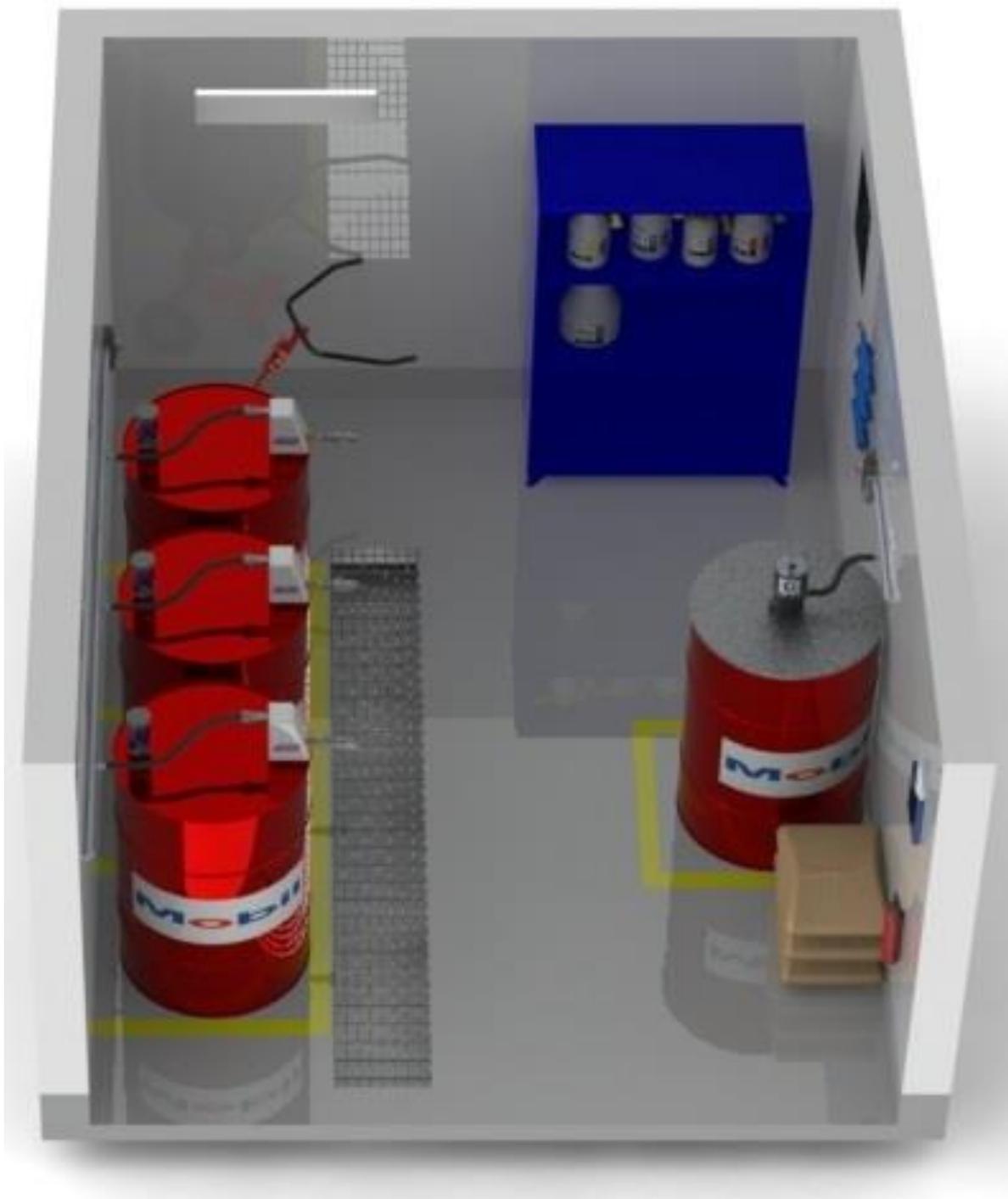


Figura 4.2 Organización estándar de elementos de lubricación en un pañol de CAP

4.1 Estándares de pañol de lubricación

A continuación se establece una serie de estándares para el manejo de lubricantes en los pañoles de lubricación.

4.1.1 Hojas de seguridad de lubricantes y documentos de seguridad

El pañol de lubricantes debe contar con hojas de seguridad para cada uno de los productos utilizados, ya sean aceites, grasas o solventes, las hojas de seguridad deben estar ubicadas de forma visible preferentemente a un costado de la puerta de ingreso, estas deben estar en español y en plastificación dura.

Las hojas de seguridad deben estar depositadas en una caja metálica de color azul, con la reseña “Hoja de Seguridad” según muestra la Figura (4.3). En la caja de hoja de seguridad se tiene que contar además de una hoja de toma de conocimientos de riesgos asociados a la manipulación de lubricantes establecidos en la hoja de seguridad y planes de contingencias asociados al pañol



Figura 4.3 Estándar de documentación.

4.1.2 Almacenamiento correcto de tambores

Cada tambor deberá tener claramente visible su tarjeta de identificación (ver capítulo VI, pág. 85) de acuerdo a lo establecido en la normativa de identificación de “*Lubricación basada en confiabilidad*”, deberá ser almacenado de forma vertical y equipado con un filtro de sílice (ver Figura 4.4, pág. 61) para evitar la humedad ambiental o el ingreso de agentes contaminantes.

Con respecto al trasvasije del lubricante, cada tambor debe contar con una bomba neumática individual para cada tipo de lubricante utilizado en el pañol de modo evitar la contaminación cruzada entre lubricantes de tambores distintos (ver Figura 4.5, pág. 61).

Este sistema asegura que los lubricantes se mantengan en condiciones óptimas para cuando sean requeridos y también que se despache el producto correcto para cada aplicación. El almacenamiento debe estar ordenado sobre el piso, de tal manera que no obstruyan vías de ingreso o de escape.

La cantidad de tambores almacenados en los pañoles debe ser acorde a la frecuencia con que se usan los lubricantes en las respectivas aplicaciones, además de definir un stock de seguridad para abastecer a los equipos críticos del área.

Por ejemplo si utilizamos un lubricante con muy poca frecuencia no es necesario tener almacenado gran cantidad de este lubricante, en cambio sí tenemos un lubricante que según nuestras tareas de lubricación se utiliza a diario como es el caso de los equipos críticos debemos contar con un stock suficiente para que de esta manera no cause una parada en la producción y gran pérdida de dinero, “estos parámetros se utilizarán en la estandarización de cada pañol”.

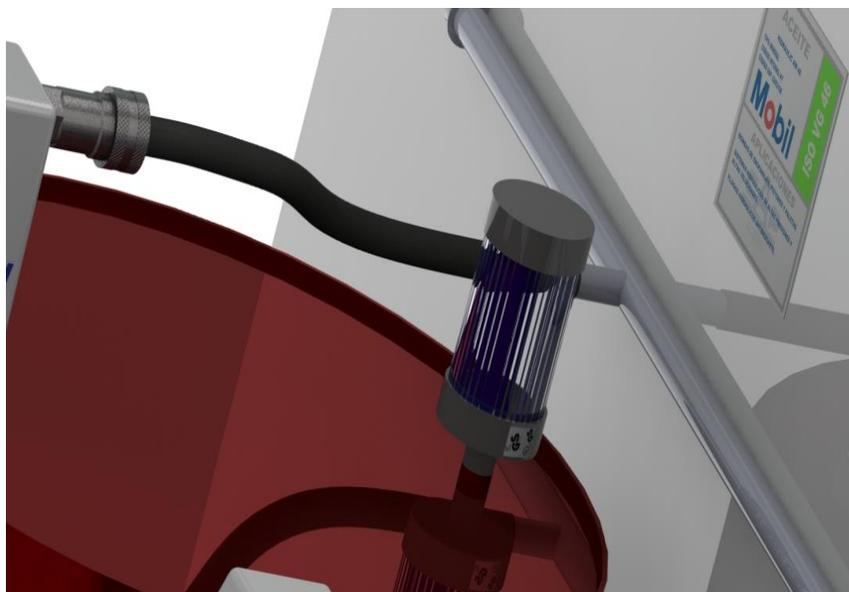


Figura 4.4 Filtro de tambor



Figura 4.5 Tambor equipado para evitar contaminación

4.1.3 Iluminación

De acuerdo a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), las iluminancias mínimas para locales comerciales e industriales son reguladas por la NCH Elec.4/2003. En tanto, para los pañoles de CAP fue considerada una iluminancia mínima de 300 [Lux], correspondiente al tipo de local fábrica en general. Cabe mencionar que en locales industriales la cantidad de enchufes conectados a circuitos de alumbrado se determinará de acuerdo a las necesidades.

A modo de ejemplo, en la Figura (4.6) se muestra lámparas fluorescentes del pañol de Colada Continua, donde la iluminancia es la correcta y se establece una distancia entre ellas de 1,5 metros.



Figura 4.6 Distribución de la iluminación

4.1.4 Piso Pañol

El piso debe ser impermeable y lavable por lo cual debe pintarse con una pintura apropiada (Figura 4.7). Se establece utilizar pintura Duraplate UHS (epóxica de alto rendimiento), utilizado en inmersión de productos agresivos como hidrocarburos, solventes etc. (Recomendado por área estructural, CAP Acero).

El color de la pintura debe ser de color gris y se debe pintar hasta 20 centímetros de la pared y la ubicación de los tambores debe contar con borde perimetral demarcada con color amarillo.

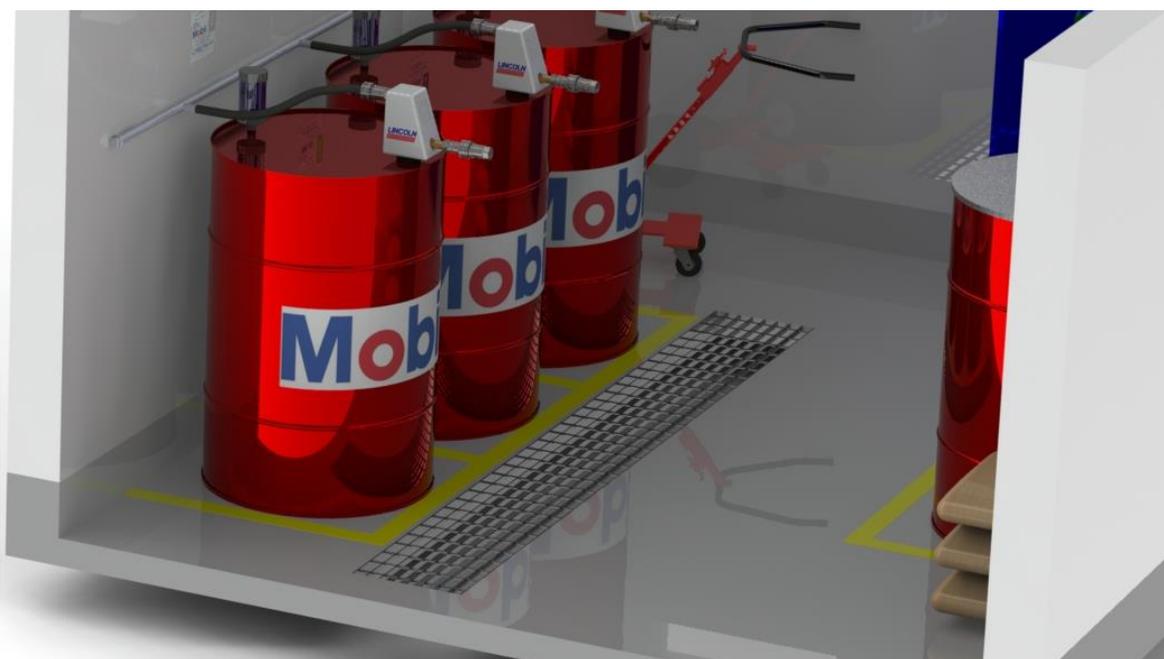


Figura 4.7 Estándar para pisos de pañoles CAP

4.1.5 Pretil de rebalse

Cada pañol debe contar con un pretil de rebalse, cuyo volumen debe contener 1,1 vez la capacidad del tambor de mayor volumen del pañol, además debe ser cubierto con una rejilla metálica removible para facilitar su posterior limpieza (ver Figura 4.8).

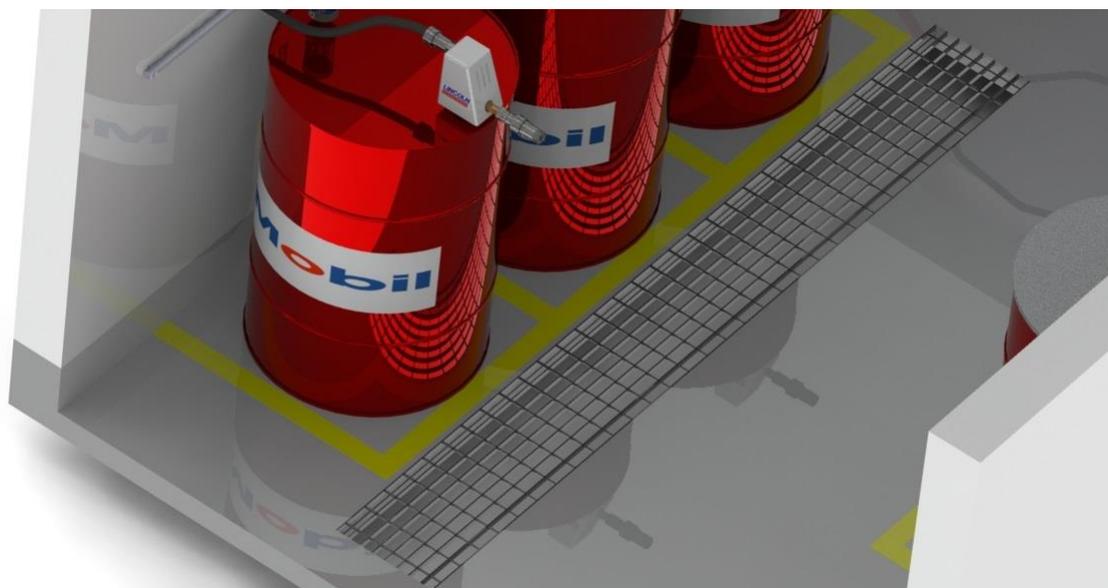


Figura 4.8 Rejilla metálica para rebalse

4.1.6 Ventilación

Los pañoles de lubricantes deben tener una ventilación adecuada que permita eliminar gases de hidrocarburos y vapores de solventes; en caso contrario, será necesario instalar un extractor de aire (ver Figura 4.9) que permita mantener una recirculación del mismo, favoreciendo la salud de los trabajadores.

Según la Norma DIN 1946 el caudal a extraer debe ser de 15 renovaciones/hora el contenido del pañol, es decir, para los 70 $[m^3]$ el caudal a extraer es 1050 $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ (ver anexo VI, pág.131). En efecto fue elegido el extractor con la capacidad mínima de 900 $\left[\frac{m^3}{h}\right]$ para eliminar los vapores de solventes e hidrocarburos.

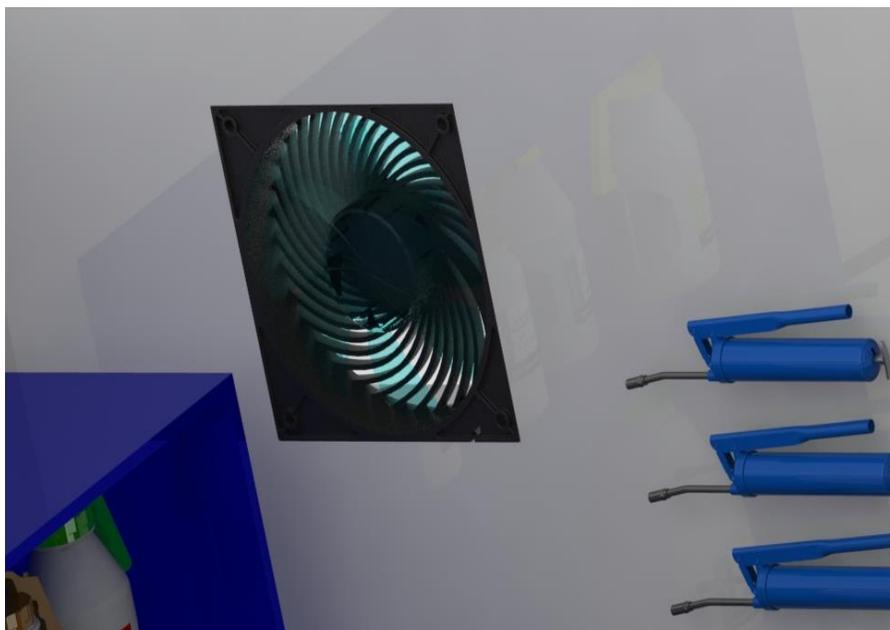


Figura 4.9 Extractor Axial FA10-25

4.1.7 Estantería y elementos de trasvasije

Se debe contar con un estante para almacenar contenedores de relleno para cada lubricante que exista dentro del pañol. El estante debe tener la capacidad de almacenar todos los contenedores de trasvasije necesarios.

Como elemento de trasvasije se deben utilizar contenedores tipo “Oil Safe” (ver Figura 4.10), los cuales son diseñados para esta tarea, y nos permite mantener el lubricante limpio y seco.

Los contenedores de trasvasije deben ser identificados bajo normativa de nuestro sistema de identificación definidos en el capítulo VI (pág. 85), sólo se puede utilizar un contenedor de trasvasije por cada lubricante del pañol.

“El momento de mayor contaminación del lubricante ocurre en el trasvasije de éste”

Manteniendo dentro de la estantería los contenedores se asegura que se mantendrán libres de contaminación y daños físicos.



Figura 4.10 Estantería y contenedores de trasvasije

4.1.8 Extintores

Cada pañol debe contar con un extintor de polvo químico seco para fuegos tipo: A-B-C (ver Figura 4.11), visible al personal de lubricación, éste debe estar ubicado verticalmente a una altura de 1,20 (m) desde el piso a la base del extintor y debe estar demarcado con cinta amarilla a un costado exterior de la puerta. Será utilizado sólo en principio de incendio y debe estar señalizado el procedimiento de seguridad y plan de contingencia, el cual debe estar dispuesto en el estante de hojas de seguridad con revisiones periódicas.



Figura 4.11 Extintor multipropósito

4.1.9 Señaléticas

La señalética debe tener un lenguaje característico, símbolos y colores reflectantes, advirtiendo posibles riesgos, disminuyendo la posibilidad de accidentes y normando pasos a seguir en caso de emergencia. La señalética se dispondrá de acuerdo al riesgo presente en los pañoles de lubricación y busca llamar la atención del trabajador, de forma rápida y comprensible (ver Figura 4.12, pág. 69).

Cada pañol debe contar con la siguiente señalética:

- **NO FUMAR NI ENCENDER FUEGO**
- **EXTINTOR**
- **MANTENER PISOS LIMPIOS**
- **PROHIBIDO INGRESAR, SOLO PERSONAL AUTORIZADO**
- **LÍQUIDO INFLAMABLE**
- **MANTENER ORDEN Y LIMPIEZA**
- **TAMBOR (RESIDUOS DE ACEITE)**
- **TAMBOR (ELEMENTOS CONTAMINADOS CON ACEITE Y/O GRASA)**



Figura 4.12 Señaléticas áreas CAP

CAPÍTULO V

ALMACENAMIENTO Y STOCK DE LUBRICANTES

Para que un completo y apropiado programa de lubricación trabaje efectivamente y proporcione el mayor retorno de inversión, debe tomarse en cuenta, oportunidades para aumentar la productividad, confiabilidad de la maquinaria y maximizar los retornos de inversión en un programa de lubricación diseñado profesionalmente. Una de las oportunidades más grandes y costosas que se desaprovechan, son el correcto almacenamiento y manejo de lubricantes.

Para el correcto almacenamiento y control de lubricantes en los diferentes pañoles de CAP Acero debemos considerar lo siguiente.

- Determinar la tasa de consumo de lubricantes. El consumo variará considerablemente dependiendo de los tipos de equipos. Se debe asegurar que se almacenan las cantidades correctas de lubricantes.
- Determinar la capacidad de almacenamiento de lubricantes. La capacidad requerida dependerá del consumo de éstos, además del abundante o escaso lubricante almacenado en un momento dado. La capacidad de almacenamiento apropiada debe maximizar la vida de aquel lubricante por arriba de cierto porcentaje en productos críticos para mantenerlos almacenados en situaciones de emergencia.
- Determinar los tiempos de respuesta del proveedor, los cuales deben usarse como un indicador que ayude a determinar la cantidad de lubricantes a almacenar.

5.1 Almacenamiento y control de lubricantes

Los lubricantes almacenados deben estar relacionado directamente con la tasa de consumo, un lubricante de uso diario debe tener un stock asegurado ya sea en uso y en reserva a diferencia de un lubricante el cual es utilizado con baja frecuencia, donde no requiere almacenar gran stock dentro del pañol.

Los espacios dentro de los pañoles de lubricante deben optimizarse, deben generar buena movilidad de los lubricadores dentro de él y solo almacenar los lubricantes necesarios, esto ayudará a mantener el orden y limpieza dentro de los pañoles

A continuación se describe la tasa de consumo de lubricantes de las diferentes áreas productivas de CAP Acero, se muestra la frecuencia de uso y se definen stock ideales de almacenamiento por pañol de lubricante.

5.1.1 Frecuencia de uso lubricantes en Planta de Coque

Tabla 5.1 Uso de lubricantes en la Planta de Coque

Área: Planta de Coque				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Nyvac FR 200D Fluid	52001215	1 tambor – 1 mes	4	2
Sylvan azul	54007007	1 tambor – 1 mes	2	1
Mobil Spartan EP 150	52000466	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil DTE 10 Excel 32	52002167	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobilgrease XHP 221	52002138	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobilgrease XHP 222	52002139	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobil DTE Medium	52001184	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	1 tambor – 5 meses	1	1
Mobil ATF 220	52001178	1 tambor – 6 meses	2	1
MobilGear 600 XP 100	52000465	1 tambor – 8 meses	1	1
Bel-Ray 100 Gear Oil	52000475	1 tambor – 12 meses	1	1
Mobil Glygoyle 460	52002881	1 tambor – 12 meses	1	1
Mobil DTE Extra Heavy	52002890	No especificado	1	1

Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Gr. Varilub ALZ 250	52001201	1 tineta – 1 mes	4	2
Gr. Wire rope lubricant	52002149	3 tinetas - 1 mes	6	3

5.1.2 Frecuencia de uso lubricantes en Laminador de Barras Talcahuano

Tabla 5.2 Uso de lubricantes en Laminador Barras Talcahuano

Área: Laminador de Barras Talcahuano				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Mobil Vacuoline 525	52000474	8 tambores – 1 mes	2	S.B.C
Mobil Vacuoline 546	52000469	4 tambores – 1mes	0	S.B:C
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	4 tambores – 1 mes	1	S.B.C
Mobilgrease XHP 221	52002138	1 tambor – 1 mes	2	1
Sylvan azul	54007007	1 tambor – 1 mes	3	1
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	1 tambor – 1 mes	2	2
Mobil Spartan EP 150	52000466	1 tambor – 2 meses	2	1
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 2 meses	1	1
Castrol MA 860/460	52002227	1 tambor – 3 meses	3	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1 tambor – 3 meses	2	1
Mobilgrease XHP 222	52002139	1 tambor – 6 meses	1	1
Mobil Almo 525	52000482		0	1

Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Ac. AST 53705	52000567	3 tinetas – 1 mes	2	0
Ac. Water Proof Chain	52001281	1 tineta – 3 meses	1	3

Nota: Stock bodega central (S.B.C)

5.1.3 Frecuencia de uso lubricantes en Laminador de Barras Rectas

Tabla 5.3 Uso de lubricantes en Laminador Barras Rectas

Área: Laminador de Barras Rectas				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 1 mes	1	2
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	2 tambores – 1 mes	2	IBC Micro.
Mobil DTE Extra Heavy 150	52002890	1 tambor – 1 mes	2	1
Mobilgrease XHP 221	52002138	1 tambor – 1 mes	3	2
Verkol – WG	52001238	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobilgrease XHP 222	52002139	1 tambor – 2 meses	1	1
Anvol SWX 46	52001215	1 tambor – 2 meses	5	2
Mobil Almo 525	52000482	No especificado	0	1

Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Ac. Bistril WG -45		1 medio tambor- 1 mes	1	0
Waterproof Chain Lube	52001281	3 tinetas – 1 mes	4	4
Ac. AST 53705	52000567	2 tinetas – 1 mes	1	2
Mobilith SHC 1000 Special	52002159	No encontrado	4	0

IBC Micro-filtrado: En esta área el aceite hidráulico debe ser almacenado en bins, el cual se recircula constantemente mediante equipo de micro-filtrado. Debe haber un stock de 1000 litros en recirculación constante.

5.1.4 Frecuencia de uso de lubricantes en Alto Horno

Tabla 5.4 Uso de lubricantes en Alto Horno

Área: Alto Horno				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Mobilgrease XHP 222	52002139	1,5 tambor – 1 mes	1	1
Sylvan azul	54007007	1,5 tambor – 1 mes	2	1
Bel-Ray Wire Rope Lubricant	52002149	1,5 tambor – 1 mes	2	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1,5 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Del Vac Super 1300 15W40	52002162	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Gear 600 XP 680	52000477	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Almo 525	52000482	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	1 tambor – 3 meses	1	1
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 4 meses	1	1
Castrol MA 860/460	52002227	1 tambor - 6 meses	1	1
Ac. Quintolubric 822	52002296	Stock 2000L en bodega	2	2
Gr. Molub Alloy 870 LF		No encontrado	1	0
Ac. Alpha SP 460		No vigente	2	0

5.1.5 Frecuencia de uso de lubricantes en Colada Continua

Tabla 5.5 Uso de lubricantes en Colada Continua

Área: Colada Continua				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Gr. Castrol MA 60/ 40	52002292	1,5 tambor – 1 mes	1	1
Ac. Quintolubric 822	52002296	1 tambor – 1 mes	1	1
Sylvan azul	54007007	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1 tambor – 3 meses	1	1
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 6 meses	1	1
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	1 tambor – 6 meses	1	1
Mobil Gear 600 XP 100	52000465	No utilizado	1	0
Mobil Almo 525	52000482	1 tambor – 2 meses	0	1

5.1.6 Frecuencia de uso de lubricantes área Combustibles

Tabla 5.6 Uso de lubricantes área Combustibles

Área: Combustibles				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobilgrease XHP 222	52002139	1 tambor – 3 meses	1	1
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	1 tambor – 3 meses	1	1
Mobilgear 600 XP 680	52000477	1 tambor – 4 meses	1	1
Mobil Delvac super 1300 15W/40	52002162	1 tambor – 4 meses	1	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1 tambor – 4 meses	1	1
Castrol MA 860/460	52002227	1 tambor – 6 meses	1	1
Mobil DTE Ligth	52001183	No especificado	1	1

5.1.7 Frecuencia de uso de lubricantes en Acería

Tabla 5.7 Uso de lubricantes en Acería

Área: Acería				
			Cantidad Almacenada	
Lubricante	Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Mobil Hydraulic AW 68	52002125	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil Spartan EP 220	52000467	1 tambor – 1 mes	1	1
Mobil DTE 10 Excel 32	52002167	1 tambor – 2 meses	2	1
Mobilgrease XHP 222	52002139	1 tambor – 2 meses	1	1
Mobil Spartan EP 320	52000487	1 tambor – 3 meses	1	1
Castrol MA 860/460	52002227	1 tambor – 3 meses	1	1
Mobil Spartan EP 150	52000466	1 tambor – 4 meses	1	1
Mobil Hydraulic AW 46	52002168	1 tambor – 6 meses	1	1
Ac. Quintolubric 822	52002296	1 tambor – 12 meses	1	1
Verkol – WG	52001238	1 tambor – 12 meses	1	1
Gr. Brugarolas Beslux M ½	52002221	1 tambor – 12 meses	2	1
Nyvac FR 200D Fluid	52001215	No utilizado	1	0
Viscogen KL 23 (*)	52000512	1 tambor- 1 mes	0	1

Lubricante	N° Artículo	Frecuencia	Real	Ideal
Viscogen KL 23	52000512	2 tinetas – 1 mes	6	0

5.2 Almacenamiento y stock crítico de lubricantes en bodega central.

La cantidad de lubricantes almacenados en bodega deben obedecer a dos criterios, los cuales están relacionados con la capacidad de respuesta de los proveedores y los volúmenes de equipos críticos de la planta, si un equipo de gran volumen como un sistema hidráulico el cual tiene incidencia directa en la producción se contamina con agua por ejemplo, se debe cambiar la carga completa, en este caso no podemos prescindir de este lubricante en bodega central y quedar a merced del tiempo de respuesta del proveedor ya que el costo al detener la producción es muy alto. Por otro lado no podemos almacenar gran cantidad de lubricantes los cuales no son de uso crítico y que pueden comprarse de forma directa para un cambio de lubricante planificado.

La Tabla (5.8, pág. 80) muestra los volúmenes de lubricante que se deben almacenar. Para calcular el stock de lubricantes se estableció un factor de seguridad (recomendado por el área de lubricación de planta) de 1,1 vez el volumen requerido tanto por su consumo promedio mensual como del equipo crítico o de mayor volumen

Tabla 5.8 Volumen de lubricantes a almacenar en Bodega Central

Lubricante	Stock crítico		Observaciones
	Tambor	Tineta	
AC MOBIL SPARTAN EP-150	1	0	Flujo de unidades usuarias de este lubricante es de un tambor cada seis meses.
AC MOBIL SPARTAN EP-220	13	0	Calculado en base a 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual. El equipo crítico es de 6000 litros.
AC MOBIL VACUOLINE 546	5	0	Calculado en base a 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL DTE OIL BB	0	0	Compra directa.
AC MOBIL VACUOLINE 525	13	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC BEL-RAY 100 GO-140	1	0	Productos solo utilizados en un reductor específico baja frecuencia de uso.
AC MOBIL SPARTAN EP-680	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC DYNAL PROTECTOR ASTM-D41	0	0	Compra directa.
ACMOBIL ALMO -525	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL SPARTAN EP-320	6	0	Stock calculado en base a 1,1 vez el volumen requerido del equipo de mayor volumen.
AC MOBIL SPARTAN EP-460	0	0	Producto cambiado por lubricante Mobil Gear XMP 460. LPC
AC CASTROL VISCOGEN KL-23	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC AST 53705	1	0	Cantidad máxima almacenada según promedio de consumo.
AC MOBILUBE HD 80W / 90	1	0	Stock mínimo requerido en caso de emergencia. (Caja de cambio en grúas).
AC MOBIL ATF - 220	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen requerido del equipo de mayor volumen.
AC.TURBINA ISO 46 DTE-MEDIUM	1	0	Stock de seguridad para Combustibles.
LIQUIDO FRENO HIDRAULICO DOT3/DOT4	0	0	Compra directa.
GR KLUBER VARILUB ALZ 250	0	2	Uso promedio mensual en Planta de Coque 2 tinetas.
AC MOBIL NYVAC FR-200	10	0	Stock calculado en base 1,1 vez el volumen requerido del sistema hidráulico de mayor volumen.

AC MOBIL SOLVAC 1535-G	1	0	Cantidad máxima almacenada según promedio de consumo.
AC VERKOL WG	1	0	1 tambor de 45 Kg.
GR BEL-RAY THERMALENE EP-1	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR BEL-RAY MOLYLUBE GEAR TAC	0	1	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR MBILGREASE XHP-221	3	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR MBILGREASE XHP-222	3	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL DIOL 13 RD-40	1	0	Stock para relleno, en adelante se utilizará Mobilgard 450 NC.
AC BEL-RAY WIRE ROPE LUBRICANT	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR MOBILITH SHC-1000 SPEC.	0	1	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC DELVAC SUPER-1300 15W/40	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL HIDRAULIC AW-68	4	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL DTE 10 EXCEL 32	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del equipo crítico del volumen mayor.
AC MOBIL HIDRAULIC AW-46	10	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del equipo crítico de mayor volumen (soplador AA.HH).
GR BESLUX COMPLEX M-1/2	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR CASTROL MA 860 / 460	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
GR CASTROL MA 6040	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC MOBIL SUPER 2000 X-2 10W-40	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC Q. CHEM. QUINTOLUBRIC 888-68FM TB205L	4	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual (sólo para rellenos).
AC CASTROL SWX- 46	3	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del equipo crítico de mayor volumen.
AC MOBIL VACTRA Nº 2	0	0	Compra directa.
AC MOBIL GLYGOYLE 460	2	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.

AC MOBIL DTE EXTRA HEAVY 150	1	0	Calculado en base al 1,1 vez el volumen del consumo promedio mensual.
AC BRUG. BESLUX RAMCA 220	1	0	Producto reemplazado por Mobil Glygoyle 320.
GRASA MOBILGREASE XHP 321 MINE	1	0	En base al consumo de equipo crítico GCC (LBR), "Guillotina de corte comercial".
GR SPRAY CEPLATTYN 300	0	0	Compra directa.

5.3 Almacenamiento y tiempo de respuesta de proveedores

El tiempo de respuesta del proveedor es un factor muy importante del punto de vista de la confiabilidad, se utiliza como un indicador que ayuda a determinar la cantidad de lubricante que debe ser almacenado para una eventual emergencia de algún equipo crítico en bodega central. El tiempo de respuesta depende de varios factores, entre ellos la ubicación de bodega de cada proveedor y la disponibilidad de productos que cuentan en un tiempo determinado.

Si no se dispone con el lubricante solicitado en un instante determinado, se debe recurrir a otro proveedor para buscar un lubricante similar o alternativo, tomando decisiones sub-estándares que pueden llegar a ser erróneas disminuyendo la confiabilidad de los equipos finalmente.

En la Tabla (5.9, pág. 84) se muestra el tiempo de respuesta en el envío de lubricante por los 5 proveedores que abastecen a CAP Acero.

Tabla 5.9 Tiempo de respuesta por proveedor

Proveedor	Tiempo de respuesta	Comentarios
Mobil	48 hrs.	Mobil demora 48 horas considerando que tiene los productos en bodega Concepción, si el producto no se encuentra en Concepción debe ser trasladado de Quintero aumentando el envío a 4 días máximo.
Castrol	48 hrs a 1 semana	Los lubricantes son de importación y almacenados en Santiago y Concepción. En casos especiales, cuando no existe el producto en bodega Santiago y Concepción, debe ser importado aumentando el envío hasta dos semanas e incluso un mes.
Belray	48 hrs a 1 semana	Los lubricantes son de importación y almacenados en Santiago y Concepción. En casos especiales, cuando no existe el producto en bodega Concepción y Santiago, debe importarse aumentando el envío hasta dos semanas e incluso un mes.
Quaker	48 hrs	Los lubricantes son de procedencia Argentina, sus bodegas se encuentran en Santiago y manejan Stock suficiente para abastecer planta, los envíos no superan las 48 horas
Verkol	48 hrs	Estos lubricantes son almacenados en Concepción, su bajo volumen de utilización asegura tiempos de respuesta no superiores a 48 horas.

CAPÍTULO VI

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE LUBRICANTES

6.1 Sistema estandarizado de identificación de lubricantes

Mantener un sistema de identificación de lubricantes es fundamental para evitar errores de carga y acompañados de una buena técnica descrita en procedimientos de lubricación permiten dar confiabilidad a la lubricación en los equipos.

El sistema de identificación consiste en la distinción de colores, formas y caracteres alfanuméricos, con lo cual los usuarios y personal de lubricación logran identificar los aceites industriales y grasas según su aplicación.

El uso de este nuevo sistema tendrá como objetivo eliminar equivocaciones en aplicación de lubricantes, evitará la contaminación de éstos mismos y educará al personal lubricador mejorando la eficiencia en el proceso de lubricación.

Cada logo tipo será impreso con un material adecuado al equipo o componente según sus condiciones de operación. Esto entregará una identificación visible para cada equipo, con su lubricante aplicado y recomendado por el ingeniero de lubricación.

Se emplea una combinación de 6 elementos en la misma etiqueta:

- Tipo de lubricante (aceite o grasa)
- Nombre comercial del lubricante
- Logo publicitario del lubricante
- Grado de viscosidad
- Color según su aplicación (ver anexo II, pág. 120).
- Código alfa numérico.

6.1.1 Tipos de logos de aceites



Figura 6.1 Elementos de la etiqueta para aceites

1. Tipo de lubricante (aceite o grasa).
2. Nombre comercial del lubricante.
3. Logo publicitario del lubricante.
4. Grado de viscosidad.
5. Color según su aplicación
6. Código alfa numérico.

6.1.2 Tipos de logos de grasas

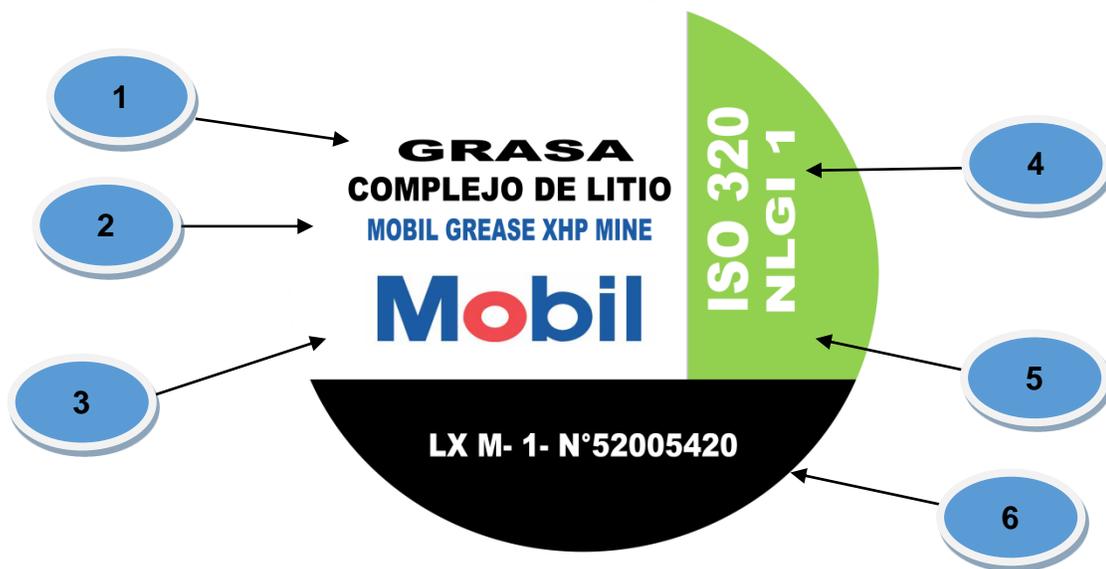


Figura 6.2 Elementos de la etiqueta para grasas

1. Tipo de lubricante.
2. Nombre comercial.
3. Logo publicitario del lubricante.
4. Viscosidad y grado de consistencia.
5. Color según aplicación
6. Código alfanumérico.

6.1.3 Código alfanumérico

El código alfanumérico permite distinguir distintas características del lubricante ya estandarizadas, un ejemplo es LX M-1-N°52005420:

LX M: Complejo de litio con Disulfuro de molibdeno.

1: Grasa de consistencia NLGI N°1.

N° 52005420: Código SAP asociado al lubricante.

6.1.4 Ficha técnica para paños

La ficha técnica para paños entrega información similar a los logos que estarán pegados en cada equipo, con la diferencia que se agregan algunas aplicaciones según tipo de lubricante (ver figura 6.3)



Figura 6.3 Ficha técnica de paños

CAPÍTULO VII

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

7.1 Metodología para la implementación y valorización de mejoras.

La implementación de mejoras y valorización de estas se realizaron a través de inspecciones a cada uno de los pañoles de lubricación de las plantas productivas comparando la situación actual con los estándares establecidos y nombrados en el capítulo IV (pág.57) y VI (pág. 85) anteriormente. Se establece un check list (ver anexo IV, pág. 123) que muestra los siguientes contenidos y se verifica su cumplimiento, además se complementa con observaciones relacionadas con mejoras específicas para cada pañol.

- Hojas de seguridad
- Iluminación adecuada
- Piso pintado lavable
- Pretil de rebalse
- Ventilación adecuada
- Estantería
- Elementos de trasvasije adecuados
- Bombas de trasvasije por tambor
- Filtro de venteo por tambor
- Extintor
- Carro transporte de tambores
- Señalética

La valorización de mejoras se realiza complementando lo existente y que cumple con los estándares establecidos, a modo de ejemplo en algunos pañoles donde se utilizan diez lubricantes distintos solo se cuenta con cinco bombas, por lo tanto para hacer trasvasije utilizan las bombas para diferentes lubricantes ocasionando contaminación cruzada, por ende solo se requiere valorar cinco bombas para cumplir con los parámetros de almacenamiento y trasvasije de lubricante. De igual forma como ejemplo existen pañoles los cuales cuentan con un piso pintado lavable para manejo de hidrocarburos donde no es necesario implementar este ítem.

Para valorizar las mejoras se buscaron varios proveedores, logrando cotizar equipos y accesorios lo cual queda plasmado en detalle en el anexo III (pág. 122), logrando tener un valor final por cada área productiva. Al presupuesto generando se aumentó en un 15%, cuyo objetivo es mantener un margen de error en caso que varíen los precios.

A continuación se muestran tablas, correspondientes a la valorización de mejoras por área productiva. En todas las tablas existen parámetros sin costo, significa que la planta los facilita a diferencia del costo asociado a la compra de elementos y equipos a proveedores externos. Para algunos casos los parámetros se encuentran implementados y funcionando dentro del pañol de lubricación.

Para una mayor comprensión, en el anexo V (pág. 124) se especifica el precio y la cantidad de los productos requeridos en cada área productiva.

7.1.1 Valoración de mejoras en el pañol de Colada Continua

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 2.722.574
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 0
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 145.057
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$0
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 311.702
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas de trasvasije, Unidad FRL, Carro de tambores.	\$463.573
COSTO TOTAL PAÑOL COLADA CONTINUA		\$ 3.779.528

7.1.2 Valoración de mejoras en el pañol de Altos Hornos

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 0
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 0
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 145.057
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 0
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 776.166
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 2.123.820
COSTO TOTAL PAÑOL ALTOS HORNOS		\$ 3.181.665

7.1.3 Valoración de mejoras en el pañol de Laminador de Barras Rectas

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 0
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 0
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 0
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 0
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 361.817
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 1.007.202
COSTO TOTAL PAÑOL LAMINADOR BARRAS RECTAS		\$ 1.505.641

7.1.4 Valoración de mejoras en el pañol de Laminador de Barras Talcahuano

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 0
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 0
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 0
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 0
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 251.448
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 1.411.699
COSTO TOTAL PAÑOL LAMINADOR BARRAS TALCAHUANO		\$ 1.799.769

7.1.5 Valoración de mejoras en el pañol de Planta de Coque

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 2.722.574
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 0
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 145.057
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 17.565
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 814.015
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 4.221.463
COSTO TOTAL PAÑOL PLANTA DE COQUE		\$ 8.057.296

7.1.6 Valoración de mejoras en el pañol de Combustibles

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 2.722.574
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 394.497
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 145.057
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 70.260
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 585.555
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 2.264.866
COSTO TOTAL PAÑOL ÁREA COMBUSTIBLES		\$ 6.319.431

7.1.7 Valoración de mejoras en el pañol de Acería

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor, señalética y logos de identificación.	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$136.622
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 2.722.574
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 394.497
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 145.057
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 0
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 472.186
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores.	\$ 974.303
COSTO TOTAL PAÑOL ACERÍA		\$ 4.845.239

7.1.8 Valoración de mejoras a nivel planta

Parámetro	Características	Valor
Seguridad	Hojas de seguridad, extintor y señalética (Fabricación interna).	\$ 0
Sistema de identificación	Logos autoadhesivos, identificación de tambores, elementos de trasvasije y equipo.	\$956.354
Piso pintado lavable	Servicio instalado de pintura epóxica para el piso. Aproximadamente 45 m ²	\$ 10.890.296
Pretil de rebalse	Obra civil e instalación de rejilla metálica para la contención en caso de derrame.	\$ 788.994
Ventilación	Ventilación forzada (extractores de aire).	\$ 725.285
Iluminación	Iluminaria adicional, instalación por Mantenimiento Eléctrico.	\$ 87.825
Estantería	Fabricación interna.	\$ 0
Elementos de trasvasije	Oil Safe de 1,5, 5 y 10 lts.	\$ 3.572.889
Almacenamiento y manejo de tambores.	Filtro de venteo, bombas Aro Ingersoll, Unidad FRL, carro de tambores, iluminación.	\$ 12.466.926
COSTO TOTAL NIVEL PLANTA		\$ 29.488.569

CAPÍTULO VIII

MÓDULO DE CAPACITACIÓN

La correcta lubricación de equipos rotatorios es fundamental para el funcionamiento de la planta, estadísticamente cerca de un 60% de las fallas producidas están asociadas en alguna medida a la falta de lubricación o a la inadecuada aplicación de aceites y grasas.

Es de suma importancia que el personal ejecutor de la lubricación comprenda que las tareas que realizan son de sumo cuidado y son determinantes directamente en ocasión de fallas y la disminución de la vida útil de los equipos de planta.

La lubricación basada en la confiabilidad, entre otras cosas apunta a profesionalizar las labores de los mecánicos lubricadores y obliga a personal ejecutor de lubricación a conocer los fundamentos de lubricación esenciales para el correcto funcionamiento de equipos rodantes y deslizantes.

8.1 Módulo de capacitación

Se establece de carácter obligatorio que todo personal de las diferentes plantas CAP Acero asociado a la ejecución de lubricación este certificado en fundamentos de lubricación, para ello se establece un módulo de capacitación de 16 horas con evaluación y certificación por parte del área de lubricación de planta y validado por área técnica de Copec-Mobil con el objetivo de que el personal de lubricación conozca los fundamentos y principios de lubricación que le permitan realizar de forma adecuada las tareas asociadas a la lubricación, logrando así eliminar barreras y mitos erráticos dando confiabilidad en la lubricación.

8.2 Contenidos

8.2.1 "Lubricación de clase mundial"

- En que consiste la lubricación.
- Fallas producidas por la lubricación.
- Importancia de la lubricación.
- Estándares actuales y a lo que queremos llegar.

8.2.2 "El proceso de selección de lubricante"

- Definir que es un lubricante
 - Su función (Lubricar, enfriar, proteger la superficie, sellar, limpiar).
 - Tipos de desgaste.
 - Composición y características de un lubricante.
 - Aditivos.
 - Clasificación de lubricantes.

8.2.3 "Selección de lubricantes"

- Lubricantes automotrices.
- Lubricantes hidráulicos.
- Lubricantes de engranajes.
- Lubricantes de compresores.
- Lubricantes para aplicaciones especiales.
 - Lubricantes para cables y cadenas.
- Condiciones de operación
 - Temperatura ambiente.
 - Temperatura de operación.
 - Problemas en la selección de lubricantes (Efectos).

8.2.4 "Recepción y almacenamiento de lubricantes"

- Manejo y control de lubricantes.
 - Sistema de identificación de lubricantes.
 - Capacidad de almacenamiento del lubricante (Stock, frecuencia de uso, rotación adecuada del inventario).
 - Seguridad y traslado de lubricantes (Como utilizar correctamente el carro para el traslado de tambores).

8.2.5 "Control de la contaminación"

- Casos de contaminación.
- Efectos erráticos de contaminación.
- Norma ISO 4406.
- Micro-filtrado.
- Eficiencia de filtros.
- Agentes contaminantes (Partículas, agua, aire, químicos y calor).

8.2.6 "Control de fugas"

- Indicar las pérdidas (frecuencia de pérdidas).
- Procedimientos de control de fugas.

8.2.7 "Modificación de equipos para la excelencia en la lubricación"

- Inspecciones a equipos, entregar formularios de inspecciones que permitan registrar los problemas de lubricación directa.

8.2.8 "Prácticas de lubricación en equipos críticos"

- Procedimientos de lubricación establecidos en caso de fallas de equipos críticos.

CONCLUSIONES

- Se logró evaluar y cuantificar las condiciones de lubricación de 6 áreas productivas de CAP Acero, las cuales son; Colada Continua, Planta de Coque, Combustibles, Laminador Barras Rectas, Laminador Barras Talcahuano y Altos Hornos. Mientras que Acería, no fue cuantificada en la evaluación inicial debido al poco tiempo que disponían los responsables de la lubricación tanto personal de supervisión como personal ejecutor. Cabe mencionar que se visitó el pañol de Acería donde se obtuvo información entregada por el lubricador de la cual podemos destacar; frecuencia de uso del lubricantes por mes, carencia de bombas para el trasvasije, ausencia de filtros de venteo en cada tambor y elementos de trasvasije.
- Se establecieron once parámetros de gestión de lubricación con el objetivo de alcanzar una lubricación con estándares de clase mundial. Para lograr establecerlos nos basamos en Lubricación basada en confiabilidad (RCL) donde estrategias de lubricación permiten eliminar barreras que se oponen a la correcta operación de las máquinas con consecuencias de alto costo como; detenciones no programadas y disminución de la vida útil de los equipos.
- Las evaluaciones iniciales dieron a conocer el estado global de las actividades de la lubricación en seis áreas de CAP Acero. Según las calificaciones obtenidas en ninguna de las plantas productivas existían procedimientos de lubricación, por lo tanto no poseían documentos escritos en los cuales este definido o certifiquen las mejores prácticas para la aplicación de lubricantes en los respectivos equipos.

Al no contar con procedimientos de lubricación, será necesario generar documentos en los cuales se especifiquen los cargos y funciones del personal involucrado en lubricación, además detallar de manera clara y sencilla el cómo efectuar cambios de aceites, engrases, rellenos, toma de muestras, etc. Como resultado de la evaluación inicial a través del parámetros de gestión “*confiabilidad de lubricación*” nos reveló la ausencia de un programa de confiabilidad por equipo, por tal motivo será necesario implementar un estudio de lubricación basado en las cartas de lubricación por equipo que además de establecer límites a los parámetros operativos tales como; temperatura, presiones, límites de contaminación; se podrá identificar los modos de fallas potenciales y sus efectos para minimizar éstas. Se deberá comenzar por los equipos críticos de cada área.

- El personal de las diferentes áreas de CAP Acero, asociados directamente a la ejecución de la lubricación tiene que estar certificado en los fundamentos de la lubricación. Como consecuencia se estableció una modulación que consta de 16 hrs con evaluación y certificación por parte del área de lubricación planta, además de ser validado por parte del área técnica de Copec-Mobil.

El módulo de capacitación consta de 7 unidades referidas a los fundamentos y principios de lubricación con el objetivo de garantizar que el mecánico lubricador se desenvuelva correctamente al momento de efectuar algún tipo de actividad asociada a la lubricación. Finalmente se logrará eliminar en lo posible las barreras y mitos erráticos que se oponen a una lubricación confiable.

GLOSARIO

-A.M.F.E: (AMFE): Considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

-RCM: (Mantenimiento centrado en confiabilidad) Técnica para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas.

-Exxonmobil: Sus actividades se extienden por más de 40 países de todo el mundo e incluyen, entre otras, la explotación, elaboración y comercialización de productos petroleros y gas natural, así como la fabricación de productos químicos, plásticos y fertilizantes (especialistas en lubricación)

-NORIA: Fundada en 1997 con el único objetivo de ayudar a la industria a mejorar la fiabilidad de la máquina a través de la mejor práctica de lubricación y análisis de aceite.

-ISO 9000: Consiste en una serie de normas inherentes a la calidad y a la administración continua de la calidad, que se aplica en las organizaciones, cualquiera sea su naturaleza, que están dedicadas a la producción de bienes y servicios.

-ISO 17025: Contiene los requisitos que tienen que cumplir los laboratorios de ensayo y de calibración, se desea demostrar que:

- Poseen un sistema de gestión
- Son técnicamente competentes
- Son capaces de generar resultados técnicamente válidos.

-ISO 4406: Políticas de código de limpieza para aceites, se rige por una tabla para saber cuan contaminado están los aceites. Por lo tanto es un método para codificar el nivel de contaminación por partículas sólidas.

-IT 73-003: Instructivo de trabajo de manejo y retiro de aceites usados bajo Normativa interna de CAP Acero.

-Cartas de lubricación: Documento que permiten contar con la información real y actualizada de todos los equipos rotativos ubicados en las diferentes áreas de la planta, reducir al máximo el número de lubricantes a utilizar y reducir los costos de lubricación al utilizar la cantidad precisa de lubricante en cada uno de los mecanismos lubricados.

-Oil Safe: Sistema de envases que permiten mantener los lubricantes limpios y sin contaminación. En el mercado existen 10 colores de tapas, las cuales pueden ser identificadas rápidamente reduciendo el riesgo de añadir el líquido equivocado a los equipos.

-Norma DIN 1946: Establece estándares de ventilación, como por ejemplo, definir límites y métodos de cálculo de los requerimientos de velocidad de intercambio de aire mínimos necesarios.

-Lux: Unidad de iluminación del sistema internacional de símbolo lx, que equivale a la iluminación de una superficie que recibe normal y uniformemente un flujo luminoso de 1 lumen por metro cuadrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Ingemecánica “Ventilación y Renovación de Aire en los Edificios” [en línea]
<<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn251.html#seccion4>>
[consultado: 24 Mayo 2015]
- ExxonMobil “Energy lives here” [en línea]
<<http://corporate.exxonmobil.com/en/company/about-us/history/overview>>
[consultado: 25 Mayo 2015]
- SOCODECA “Información Técnica” [en línea]
<<http://www.sodeca.com/tecnica.aspx>> [consultado: 27 Mayo 2015]
- Holding QB Ltda. “Extraxtores QB” [en línea] <<http://extractors.cl/>> [consultado: 29 Mayo 2015]
- Oil Safe [en línea] <<http://www.oilsafesystem.com>> [consultado 03 Junio 2015]
- Noria “Lubricación-Enabled Reability” [en línea] <www.noria.com/about-us/>
[consultado: 03 Junio 2015]
- Revenotec “¿Qué es RCM?” [En línea]
<www.mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Que+es+RCM> [consultado: 03 Junio 2015]
- Pall Corporation “Guía Rápida” [en línea] <www.simex-sa.com.mx/impockets.pdf> y <www.widman.biz/selección/iso_4406.html> [consultado: 03 Junio 2015]
- Ingeniería de mantenimiento [en línea]
<www.ingenierademantenimiento.blogspot.com/p/amef.html> [consultado: 05 Junio 2015]
- Definición abc [en línea] <www.definicionabc.com/negocios/iso-9000.php>
[consultado: 05 Junio 2015]

- Grupo ACMS consultores [en línea] <www.grupoacms.com/norma.iso-17025.php> [consultado: 05 Junio 2015]
- Importancia de la lubricación de excelencia [en línea] <www.vanguardia-industrial.net/importancia-de-la-lubricacion-de-excelencia> [consultado: 28 Junio 2015]
- Moreno González, Diego A. “Gestión de la lubricación de equipos industriales basada en confiabilidad” [en línea], que para acreditar la experiencia recepcional correspondiente al programa de Ingeniería mecánica eléctrica. Velacruz, Venezuela. Universidad Veracruzana, Facultad de ingeniería, 2013, 25p. Disponible en <<http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/34933>>
- Ventilación Norma DIN 1946-6 [en línea] <<http://www.inoutic.de/en/tips-on-window-purchase/ventilation/ventilation-standard-din-1946-6/lueftungsnorm.html>> [consultado: 25 Julio 2015]
- Instalaciones de alumbrado “Superintendencia de Electricidad y Combustibles” [en línea] <http://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/alumbrado.pdf> [consultado: 03 Agosto 2015]

ANEXOS

ANEXO I

Encuesta de estándares de lubricación

Ítem	Selección del lubricante	Calificación
1	Los Lubricantes se seleccionan en base a las recomendaciones del fabricante a las condiciones o sólo con base en el precio del lubricante.	
1.1	¿El departamento de mantenimiento es el responsable de seleccionar lubricantes o de escribir especificaciones de los mismos?	
1.2	¿El costo del lubricante es sólo un punto más a considerar, pero no es el más importante y privan criterios como el de costo total de propiedad?	
2	Reducción de la cantidad de marcas y proveedores de lubricantes.	
2.1	¿Existe una política de reducción de marcas y proveedores?	
3	Reducción de la cantidad de lubricantes utilizados.	
3.1	¿Se usan diferentes lubricantes para aplicaciones similares?	
3.2	¿Existen muchos tipos de grasas?	
3.3	¿Hay posibilidad de unificar aplicaciones con un mismo producto?	
4	Son los productos usados actualmente los adecuados para los equipos.	
4.1	¿Se usó el criterio adecuado para seleccionar los lubricantes?	
4.2	¿Los lubricantes cumplen con las especificaciones de los fabricantes y las condiciones de operación particulares de la planta?	
5	Se desarrollan o ponen en práctica protocolos de ensayo para probar nuevos lubricantes.	
5.1	¿Existen criterios formales para ensayar lubricantes nuevos?	
5.2	Estos criterios ¿Son propios de la planta o son provistos por los proveedores?	
5.3	¿Son parciales o contienen criterios válidos?	
6	Se cuenta con un complejo Estudio de Lubricación.	
7	Cada cuanto tiempo se revisan las recomendaciones de los lubricantes en uso.	
8	Cuando se ingresa un nuevo equipo se le hace su carta de lubricación.	

Ítem	Procedimiento de lubricación	Calificación
1	Se cuenta con descripción detallada del cargo y funciones del personal involucrado en lubricación.	
1.1	¿Está definido los requerimientos y descripciones de cargo para el personal de lubricación y mantenimiento, lubricadores, mecánicos, supervisores, Ingenieros, etc?	
2	Existen procedimientos de lubricación escritos.	
2.1	¿Existen procedimientos para carga y descarga de aceite, almacenamiento, manipulación, rellenos, cambios de aceite, toma de muestras de aceite usado y desecho?	
3	Los procedimientos fueron escritos a partir de las mejores prácticas.	
3.1	Si existen procedimientos, verifique que los mismos reflejen las mejores prácticas de la industria, eviten la contaminación del lubricante y aseguren la correcta aplicación.	
4	Los procedimientos son lo suficientemente detallados para evitar mala interpretación.	
4.1	Verificar que los procedimientos son fáciles de comprender por parte de los lubricadores y/o operadores.	
4.2	Entrevistar a operadores/lubricadores y consulte acerca de las prácticas de lubricación de manera de contrastarlas con los procedimientos escritos.	
5	Se cuenta con un manual que contenga todos estos procedimientos.	
6	Existe una calendarización para repasar estos procedimientos.	

Ítem	Organización efectiva de la lubricación	Calificación
1	La Lubricación, ¿Cuenta con indicadores de desempeño específicos?	
1.1	Existen indicadores Comparativos de consumo de aceite por equipo, tiempo medio entre fallas por lubricación, costo total de propiedad, índice de fluido hidráulico, vida útil del aceite, cantidad de Km. recorridos por litro o galón de lubricante, etc.	
2	Existe un responsable de lubricación.	
2.1	¿Se cuenta con una persona cuya principal responsabilidad sea la lubricación, o la lubricación es sólo una tarea más entre varias de mantenimiento con varios responsables a cargo?	
3	Se supervisa adecuadamente la lubricación de los equipos.	
3.1	Los supervisores se aseguran que las tareas sean realizadas en tiempo y forma, y comunican la importancia de la lubricación a sus supervisados.	
4	Responsabilidad definida de los operadores con respecto a la lubricación.	
4.1	Los operadores ¿tienen responsabilidades difusas respecto a la lubricación o están claramente definidas?	
5	Con cuántos lubricadores cuenta la instalación, son suficientes y su trabajo está bien distribuido.	
5.1	Verificar que la cantidad de lubricadores está correctamente dimensionada y las tareas bien distribuidas, sin sobrecargas o tiempos muertos.	
6	Se llevan registros de consumo de lubricante por equipo, planta y/o departamento o distrito.	
6.1	Verificar la existencia de registros de consumo de lubricantes por máquina	
7	Las fugas de lubricante se reparan inmediatamente.	
7.1	Durante el recorrido de planta verifique la presencia de fugas de lubricante o refrigerante y comunique al personal si lo conocían y observe su reacción, tenga en cuenta, (que si han colocado una tag identificando la fuga y/o cartel para prevenir accidentes, la fuga ha sido reportada por los mecanismos y se ha generado una orden de reparación interna entonces es una buena práctica, en caso contrario no lo es).	
8	Los controles implementados permiten verificar el cumplimiento del programa de lubricación.	
8.1	Verificar la existencia de mecanismos de control de la lubricación que aseguren que las tareas se realizan en el tiempo y la forma. Ejemplo: tarjetas de lubricación, sistemas de computación, toma de muestras de aceite usado, inspecciones sorpresa, etc.	
9	Se cuenta con algún índice de fluido consumido por equipo y por planta.	

Ítem	Control de la contaminación	Calificación
1	¿Se cuenta dentro de los procedimientos con uno específico para el cambio de aceite y filtros que aseguren cero contaminaciones?	
2	Los equipos cuentan con los filtros de aceite adecuados y controladores de caída de flujo o presión.	
3	Todos los contenedores cuentan con filtros secos en los venteos.	
4	Existen metas de código ISO de limpieza y control de su cumplimiento.	
5	Se cuenta con equipos de filtración externos para filtrar el lubricante antes de ingresarlo a los depósitos y/o reservorios.	
6	Los equipos y herramientas para el trasvasije y aplicación de lubricante son los adecuados y se mantienen en buenas condiciones e identificados.	
7	Se mantiene limpio el ingreso a los depósitos y reservorios.	
8	Se cuenta con un programa de re-circulación por filtros a los lubricantes usados en los equipos.	

Ítem	Manejo y almacenamiento correcto	Calificación
1	Conocen las normas vigentes para el manejo de aceite usado.	
1.1	Verificar la existencia de procedimientos de manipulación y desecho de aceite usado.	
2	Los contenedores/baldes para el trasvase del aceite/grasa ¿se mantiene libre de contaminación e identificados?	
2.1	Revisar los equipos de aplicación de aceite y verificar que estén libres de contaminación.	
3	Cuentan los estanques para granel con filtros a la entrada, filtros en respiraderos y bandejas de contención en caso de derrame.	
3.1	Verificar la existencia de filtros al ingreso y en los venteos además la existencia de bateas de contención para evitar derrames.	
4	Los estanques para granel ¿cuentan con líneas y bombas independientes?	
4.1	Verificar que las líneas y bombas de los tanques de granel están (no se usen para más de un producto) para evitar mezcla de productos.	

5	Se aseguran de mantener las mangueras y acoples protegidos de la contaminación.	
5.1	Verificar que las mangueras y acoples usados para manipular aceite estén libres de contaminación, tengan tapones en los extremos cuando no se usan y se almacenen en un lugar libre de contaminación.	
6	Qué tipo de mantenimiento se les hacen a los equipos para el manejo de los lubricantes.	
6.1	Verificar la existencia de procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos de aplicación y de los tanques de granel.	
7	Se almacena el lubricante en tambores para evitar contaminación.	
7.1	Verificar si los tambores son almacenados en forma horizontal, o con cobertores o con tacos si están en forma vertical.	
8	Se cuenta con una política de almacenamiento de tambores y baldes.	
8.1	Comprobar la existencia de una política de almacenamiento que asegure que el primer lubricante ingresado sea el primero que salga del almacén, asegurando una rotación adecuada del inventario.	
9	Se tiene una adecuada, clara y vistosa identificación de envases/tanques.	
9.1	Comprobar que los envases y/o tanques de lubricante estén correcta y claramente identificados con el producto que contienen.	
10	Las prácticas de seguridad ¿son las adecuadas y forman parte de un programa?	
10.1	Verificar la existencia de correctas prácticas de seguridad para la manipulación de lubricantes, y que estas son parte del programa de seguridad de la planta.	

Ítem	Muestreo de lubricante	Calificación
1	Se cuenta con un procedimiento estándar para la toma y envío de muestras.	
1.1	Verificar la existencia de puertos de muestreo correctamente localizados y estandarizados en toda la maquinaria.	
2	Se tienen identificados los puntos y equipos para muestreo.	
2.1	Verificar que los implementos de muestreo (bombas, mangueras, envases) son los adecuados.	
3	Se cuenta con herramientas e implementos de muestreo adecuados.	
4	Se cuenta con un buen cronograma de muestreo.	
5	Se hace seguimiento a las frecuencias de muestreo.	
5.1	Comprobar que existen frecuencias de muestreo estandarizadas por tipo de equipo y que las mismas se siguen con un desvío inferior al 10%.	
6	Se tiene un tiempo mínimo definido para enviar las muestras al laboratorio.	
6.1	Verificar que existe un estándar de tiempo para enviar las muestras al laboratorio una vez extraídas del equipo.	
7	Se asegura que la muestra lleve la información completa y legible en las etiquetas de remisión de la muestra.	
7.1	Comprobar que las etiquetas en las muestras de aceite están escritas en forma legible y todos los datos son completados.	
8	Se lleva un registro de las condiciones de operación y mantenimiento asociado a la toma de muestras.	
8.1	Verificar que existen registros separados de condiciones de operación y mantenimiento al momento de la toma de muestra.	
9	Se lleva una hoja de trabajo por equipo.	
10	Se cuenta con el entrenamiento adecuado tanto para tomar una muestra como para interpretación y lectura de los resultados de laboratorio.	

Ítem	Purificación y disposición económica del lubricante	Calificación
1	Se cuenta con un procedimiento adecuado para la disposición y transporte de los aceites usados.	
1.1	Comprobar que existan procedimientos de desecho de lubricantes que cumplan las normas vigentes y eviten la contaminación ambiental.	
2	Se obtienen certificados de disposición final y registro de los mismos.	
2.1	Verificar la existencia de certificados de disposición final de lubricantes emitidos por entes competentes.	
3	La cantidad de aceite generada y entregada para disposición hace parte del presupuesto económico y se evalúa posteriormente.	
3.1	Averigüe el costo de disposición y la cantidad de lubricante desechado. Se mantiene un control sobre esto.	
4	Existen equipos para la filtración/centrifugación ¿Son adecuados? ¿Se utilizan?	
4.1	Si se utilizan equipos de filtración y/o centrifugación de aceite usado para ser reutilizado, verificar la re-utilización de los mismos.	
5	Existen controles para el aceite purificado/reutilizado.	
5.1	¿Se controla y administra el lubricante una vez ha sido recuperado con estos dispositivos? ¿Se lleva un control de muestras de aceite recuperado?	
6	Existen procedimientos escritos para la solicitud de la recuperación de aceites contaminados y/o desecho.	

Ítem	Análisis de aceite usado	Calificación
1	Existe un responsable del programa de análisis de aceite usado.	
1.1	Verificar que en la planta existe un responsable del seguimiento y la implementación del programa de análisis de aceite usado.	
2	Se conocen los modos de falla a mitigar con el análisis de aceite usado.	
2.1	El personal de planta ¿está al tanto de los tipos de falla que pueden mitigarse con análisis de aceite usado y, de aquellos que no pueden predecirse?	
3	Se plantean objetivos periódicos, con metas a cumplir y fechas estimadas.	
3.1	Cantidad de muestras a tomar, disminución de alertas por algún motivo específico, minimización de riesgos de ocurrencia de fallas, etc.	
4	El laboratorio utilizado. ¿Está certificado por ISO 17025 o similar?	
	Verificar que el laboratorio utilizado está certificado internacionalmente para realizar análisis. Una norma del tipo ISO 9000 no es suficiente, la ISO 17025 es específica para laboratorios y es la única que certifica la precisión de los resultados de un laboratorio.	
5	Los ensayos realizados al aceite son los correctos.	
5.1	Verificar que los ensayos realizados son los adecuados (ejemplo de ensayos inadecuados: agua por FTIR para sistemas hidráulicos, TBN por normas colorimétricas, metales de desgaste/contaminantes/aditivos faltantes, etc.)	
6	Los límites de cada parámetro analizado fueron correctamente fijados.	
6.1	Comprobar que los límites de alerta para cada parámetro analizado se condicen con la historia de los equipos y su experiencia en análisis de aceite usado.	
7	Tiempo de respuesta del laboratorio adecuado.	
7.1	Verificar la razón de habilidad del tiempo de respuesta del laboratorio y la existencia de compromisos asumidos por el mismo.	
8	Reportes de análisis claros y con recomendaciones adecuadas.	
8.1	Revisar los reportes de análisis de aceite usado y comprobar que las recomendaciones efectuadas sean coherentes con la condición del equipo, así como los valores reportados sean claros y no se vean inconsistencias.	

9	Acciones correctivas claras, precisas y ejecutables.	
9.1	Comprobar que el cliente genere acciones correctivas claras, precisas y fáciles de ejecutar para el personal de mantenimiento a partir de los reportes de análisis de aceite usado.	
10	Servicio del proveedor de análisis (interpretación conjunta, entrenamiento, etc.)	
10.1	Verificar la existencia de un servicio de entrenamiento, soporte para la interpretación y apoyo para la mejora continua por parte del proveedor.	
11	Mejora continua	
11.1	Buscar evidencia de mejora continua, tal como fijación de límites individuales, por equipo, aumento de tiempo medio entre fallas, etc.	
12	Se cuenta con herramientas para hacer análisis en campo	

Ítem	Entrenamiento del personal de planta	Calificación
1	El personal asociado ha recibido entrenamiento en su área específica.	
1.1	Comprobar que el personal dedicado a la lubricación ha sido entrenado adecuadamente.	
2	El material de entrenamiento es el adecuado y tiene en cuenta las mejores prácticas.	
2.1	Verificar que el entrenamiento provisto tenga en cuenta prácticas de clase mundial.	
3	Los operadores comprenden completamente la racionalidad de la lubricación y las acciones correctivas en caso de desviación.	
3.1	Entrevistar a los operadores y verificar que los mismos comprenden la importancia de la lubricación, porqué se lubrican los equipos y las acciones que deben llevar a cabo cuando se detectan desvíos del comportamiento normal.	
4	Los operadores conocen la funcionalidad de cada sistema lubricado.	
4.1	Entrevistar a los operadores y comprobar que los mismos conocen cómo funciona cada componente lubricado.	
5	Los operadores deben certificar sus conocimientos.	
5.1	Verificar la existencia de exámenes formales para los operadores que posibiliten de sus conocimientos.	
6	Se documenta cada entrenamiento y quedan memorias de consulta.	

Ítem	Confiabilidad de la lubricación	Calificación
1	Existe un programa de confiabilidad de la maquinaria, donde se incluye la lubricación.	
1.1	Comprobar la existencia de un programa de confiabilidad/integridad de la maquinaria, y que la lubricación juega un rol importante en el mismo.	
2	Existe coordinación y colaboración entre las personas encargadas del mantenimiento general y la lubricación.	
2.1	Verificar la existencia de trabajo en equipo entre los departamentos, la cooperación en las tareas de lubricación y mantenimiento general.	
3	Se utiliza el A.M.F.E o método similar para conocer los modos de falla y mitigarlos.	
3.1	Compruebe la existencia del Análisis de Modos de Falla y sus Efectos para minimizar modos de falla potenciales, asignarles prioridades de riesgo y proceder a disminuir su probabilidad de ocurrencia.	
4	Realizan análisis de fallas de la maquinaria.	
4.1	Cuando un equipo falla, busque evidencia de un proceso formal de análisis de la falla y difusión de las lecciones aprendidas.	
5	Se conocen los bolsillos operativos de los parámetros que influyen sobre la lubricación.	
5.1	Compruebe la existencia de límites a los parámetros operativos que influyen sobre la lubricación (temperaturas, presiones, contaminación, carga, etc.)	
6	Los cambios de aceite se hacen por condición (resultados de análisis).	
6.1	Compruebe la forma en que se realizan los cambios de aceite. ¿Por experiencia?, ¿Preventivos?, ¿Con base en los resultados de los análisis de aceite usado (por condición)?, ¿Por tiempo de uso o nadie sabe por qué?	
7	Los controles instaurados ¿permiten verificar el cumplimiento del programa de lubricación?	
7.1	¿Son los controles instaurados adecuados y permiten verificar que el programa de lubricación se lleva a cabo de la mejor forma posible?	

Ítem	Seguridad y Medio Ambiente	Calificación
1	El pañol cumple con normas de seguridad y medio ambiente.	
1.1	El pañol cuenta con hojas de seguridad de los productos.	
1.2	El personal del área conoce el contenido de la hoja de seguridad de los productos que manipulan.	
1.3	El pañol cuenta con señalética que indique los peligros y vías de evacuación del área.	
1.4	Se cuenta con extintor adecuado para combatir un eventual incendio.	
1.5	El pañol de lubricante cuenta con ventilación adecuada.	
1.6	Cuenta el pañol con la iluminación adecuada.	
1.7	El pañol cuenta con un piso lavable en caso de derrame de lubricante.	
1.8	El pañol cuenta con canaleta de desagüe en caso de derrame de lubricante.	
1.9	El movimiento de tambores se realiza en forma manual o mediante un medio de transporte	
2.0	El personal conoce los riesgos del área y medidas de mitigación	
2.1	El pañol cumple con normas de seguridad y medio ambiente	

ANEXO II

Designación de códigos y colores según lubricantes

Lubricante	Código alfanumérico	Color
MOBILGEAR EP-100	GE	
MOBIL SPARTAN EP 150	GE	
MOBIL SPARTAN EP 220	GE	
DEPAC SYNTHETIC OIL	GW S	
MOBIL VACUOLINE 546	LAD	
MOBIL DTE OIL BB	GE SA	
MOBIL VACUOLINE 525	LAD	
BEL-RAY 100 GO 140	GE MO	
MOBILGEAR XMP 460	GE MO	
MOBILGEAR XP 680	GE	
MOBIL ALMO 525	AL	
SPARTAN EP 320	GE	
SPARTAN EP 460	GE	
MOBIL TERM 605	HT	
VERKOL WT	NL	
MOBIL VACTRA N°4	KN	
CASTROL VISCOGEN KL-23	NL S	
MOBILUBE HD 80W90	MT	
MOBIL ATF 220	DA	
MOBIL DTE LIGHT	TB	
MOBIL DTE MEDIUM	TB	
MOBIL DTE GEAVY MEIUM	TB	
MOBIL NYVAC FR200	HG	
VERKOL WG	GE G	
BELRAY WATER PROOF CHAIN	NL	

BELRAY WIRE ROPE LUBRICANT	BL	
DELVAC SUPER 1300 15W40	ED	
MOBIL HYDRAULIC AW68	HY	
MOBIL DTE 10 EXCEL 32	HY P	
HIDRAULIC AW 46	HY	
HIDRAULIC AW 46	HY M	
QUINTO LUBRIC	HE	
CASTROL AMBOL SWX	HE	
MOBIL GLYGOYLE 460	GW S	
MOBIL DTE EXTRA GEAVY 150	TB	
BESLUX RAMCA 220	NL	

ANEXO III

Cotización de componentes

Producto	Proveedor	Cantidad	Valor
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	1	\$ 295.081
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Filtro de tambor	ITA MARKET	1	\$ 30.807
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Pintura epóxica para piso	VENTEC	1	\$ 2.722.574
Rejilla metálica	ACUSTERMIC	1	\$ 131.499
Iluminación	EASY	1	\$ 17.565
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	1	\$ 18.633
Oil safe 10 Lts	VENTEC	1	\$ 40.121
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	1	\$ 51.615
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	1	\$ 51.615
Logos y etiquetas	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622

ANEXO IV

Check list – (Cumple: SI / No cumple: NO)

Área productiva:		
Parámetro	SI	NO
Hojas de seguridad		
Iluminación		
Piso pintado lavable		
Canaleta		
Ventilación		
Estantería		
Elementos de trasvasije		
Almacenamiento		
Filtro de tambor almacenado		
Extintor		
Señalética		

Observaciones:

-
-
-

ANEXO V

Detalle de valoración por área productiva

Área productiva: Colada Continua			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Filtro de tambor	ITA MARKET	5	\$ 154.035
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	3	\$ 55.899
Oil safe 10 Lts	VENTEC	1	\$ 40.121
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	2	\$ 103.230
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	2	\$ 103.230
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Pintura epóxica para piso	VENTEC	1	\$ 2.722.574
Costo total pañol Colada Continua			\$ 3.779.528

Área productiva: Altos Hornos			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	5	\$1.475.405
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Filtro de tambor	ITA MARKET	11	\$338.877
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	7	\$130.431
Oil safe 10 Lts	VENTEC	3	\$120.363
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	1	\$154.845
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	7	\$361.305
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol Altos Hornos			\$ 3.181.665

Área productiva: Laminador de Barras Rectas			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	3	\$885.243
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Filtro de tambor	ITA MARKET	3	\$92.421
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	2	\$37.266
Oil safe 10 Lts	VENTEC	4	\$160.484
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	3	\$154.845
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol Laminador de Barras Rectas			\$ 1.505.641

Área productiva: Laminador de Barras Talcahuano			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	3	\$ 885.243
Filtro de tambor	ITA MARKET	8	\$ 246.456
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	1	\$ 18.633
Oil safe 10 Lts	VENTEC	3	\$120.363
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	1	\$ 51.615
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	1	\$ 51.615
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol Laminador de Barras Talcahuano			\$ 1.799.769

Área productiva: Planta de Coque			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	12	\$ 3.540.972
Filtro de tambor	ITA MARKET	13	\$ 400.491
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	2	\$ 18.444
Oil safe 5 Lts	VENTEC	7	\$ 130.431
Oil safe 10 Lts	VENTEC	5	\$ 200.605
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	2	\$ 103.230
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	7	\$ 361.305
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Iluminación	EASY	1	\$ 17.565
Pintura epóxica para piso	VENTEC	1	\$ 2.722.574
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol Planta de Coque			\$ 8.057.296

Área productiva: Combustibles			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	6	\$ 1.770.486
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Filtro de tambor	ITA MARKET	6	\$ 184.842
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	6	\$ 111.798
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	1	\$154.845
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	6	\$ 309.690
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Pintura epóxica para piso	VENTEC	1	\$ 2.722.574
Iluminación	EASY	4	\$ 70.260
Rejilla metálica	ACUSTERMIC	3	\$ 394.497
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol área Combustibles			\$ 6.319.431

Área productiva: Acería			
Producto	Empresa	Cantidad	Precio
Bomba Aro Ingersoll	VENTEC	1	\$ 295.081
Unidad FRL	VENTEC	1	\$ 29.538
Carro (54027895)	SERVYMAQ	1	\$ 280.000
Filtro de tambor	ITA MARKET	12	\$ 369.684
Boquilla Oil safe 0,5"	VENTEC	1	\$ 51.615
Boquilla Oil safe 1"	VENTEC	3	\$ 154.845
Oil safe 1,5 Lts	VENTEC	1	\$ 9.222
Oil safe 5 Lts	VENTEC	3	\$ 55.899
Oil safe 10 Lts	VENTEC	5	\$ 200.605
Extractor de aire	HOLDING QB	1	\$ 145.057
Rejilla metálica	ACUSTERMIC	3	\$ 394.497
Pintura epóxica para piso	VENTEC	1	\$ 2.722.574
Logos	ATISTUDIO	1725	\$ 136.622
Costo total pañol Acería			\$ 4.845.239

ANEXO VI

Detalle para la selección de extractor de aire

La tabla siguiente indica el número de renovaciones a la hora según la Norma DIN 1946.

Tipo de local o establecimiento		N° Renovaciones de aire por hora
Restaurantes y casinos		8-12
Industrias de Fundiciones		8-15
Auditorios		6-8
Salas de cines y de teatros		5-8
Aulas		5-7
Salas de conferencias		6-8
Cocinas	Privadas	15-25
	Colectivas	15-30
Laboratorios		8-15
Salas de fotocopias		10-15
Cuarto de máquinas		10-40
Talleres de montaje		4-8
Salas de laminación		8-12
Talleres de soldadura		20-30
Talleres	Alta alteración	10-20
	Poca alteración	3-6
Restaurantes de comida rápida		15-18

Los pañoles de lubricación tienen un volumen promedio de $100 [m^3]$, pero a este se le debe restar un 30% correspondiente al espacio que ocupan los elementos, tales como; tambores, estantes, escritorio, entre otros, finalmente el volumen resultante correspondiente a cada pañol es $70 [m^3]$.

Los pañoles de lubricación fueron asimilados a talleres con alta alteración, por lo tanto el caudal a extraer debe ser de 15 renovaciones/hora el contenido del pañol.

Se tiene el volumen $V [m^3]$ y renovaciones/hora $N [\frac{renv.}{h}]$, la ecuación para calcular el caudal mínimo $Q_{mín.} [\frac{m^3}{h}]$ a extraer es:

$$Q_{mín.} = \left(V[m^3] \times N[\frac{renv.}{h}] \right) \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$Q_{mín.} = \left(70[m^3] \times 15[\frac{renv.}{h}] \right) \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$Q_{mín.} = 1050 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

El caudal mínimo a extraer es de $1050 [\frac{m^3}{h}]$, en su efecto se optó por el extractor Axial FA10-25, el cual tiene un caudal mínimo de $900 [\frac{m^3}{h}]$.