

2018

# PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA RED CONTRA INCENDIOS PLANTA COPEC CHILLÁN

ACUÑA CERDA, CRISTÓBAL ANDRÉS

---

<http://hdl.handle.net/11673/41416>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA  
RED CONTRA INCENDIOS PLANTA COPEC CHILLÁN**

Proyecto de Titulación para optar al Título de  
Ingeniero de Ejecución en Mecánica de  
Procesos y Mantenimiento Industrial

Alumno:

Cristóbal Andrés Acuña Cerda

Profesor Guía:

José Emilio López Silva



## ÍNDICE

### Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Objetivos específicos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
REQUERIMIENTO PRINCIPAL.....	3
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1 REQUERIMIENTO PRINCIPAL.....	5
1.2 LA EMPRESA.....	5
1.3 ANTECEDENTES GENERALES.....	7
1.3.1 Producto.....	7
1.4 PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.....	8
1.5 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI) .....	9
1.6.1. Etapas de instalación .....	10
1.9. DETECCIÓN DEL PROBLEMA .....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO .....	15
2.1.1. Reseña histórica.....	15
2.1.2. Mantenimiento como herramienta en la industria .....	15
2.1.3. Finalidad del mantenimiento en la industria.....	16
2.1.4. Tipos de mantenimiento .....	16
2.1.5. Plan de mantenimiento .....	19
2.1.6. Tareas de un plan de mantenimiento preventivo .....	19

2.1.7. Objetivos de un plan de mantenimiento preventivo .....	21
2.2. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	21
2.2.1 Reemplazo y conservaciones programadas .....	21
2.2.2. Rutinas de inspección .....	22
2.2.3 Fallas de elementos mecánicos .....	23
2.2.4 Lubricación .....	23
2.2.5. Catálogos y Recomendaciones .....	25
2.3. ELEMENTOS ROTATIVOS DE DESGASTE .....	25
2.3.1 Rodamientos .....	25
2.3.2 Válvulas .....	28
2.4 BOMBAS DE AGUA .....	29
2.5 SPRINKLERS .....	31
2.5.1 Sistemas sprinklers contra incendios .....	31
2.6 MONITORES DE AGUA CONTRA INCENDIO .....	32
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN .....	34
3.2. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION .....	36
3.3 SECUENCIA DEL PROCESO .....	37
3.4 PLANILLAS DE INSPECCIONES A REALIZAR .....	38
3.4.1 Inspecciona de bombas de incendio .....	39
3.4.2 Inspección semanal de SCI.....	40
3.4.3 Inspección mensual de rociadores de SCI.....	41
3.4.4 Prueba trimestral de SCI.....	42
3.4.5 Reporte anual de inspección de SCI.....	43
3.4.6 Reporte de intervenciones en el SCI .....	44

3.4.7 Inspección semanal de bombas .....	45
3.4.8 Inspección anual de sistema hidráulico .....	46
3.4.9 Inspección anual de sistema de motores diesel .....	47
3.4.10 Prueba de motor diesel secundario .....	48
3.4.11 Prueba de monitores refrigerantes de estanques (5 en total) .....	49
<b>CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>51</b>
4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA .....	53
4.1.1 beneficios obtenidos por la planificación del mantenimiento .....	53
4.1.2 Capacidad técnica .....	53
4.1.3 Gestión de insumos.....	54
4.1.4 Bitácoras de mantenimiento .....	54
4.1.5 Stock de repuestos .....	55
4.2 EVALUACION ECONOMICA PARA LA RED CONTRA INCENDIOS .....	55
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	59
5.2 RECOMENDACIONES .....	60
5.2.1 Stock de repuestos .....	60
5.2.2 Red de espuma.....	60
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>35</b>
<b>LINKOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>
ANEXO 1 PLANO DE LA PLANTA CON ESQUEMA DE LA RED CONTRA INCENEDIOS .....	37
ANEXO 2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANTERIOR.....	38



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen Satelital Planta Copec Chillán.....	7
Figura 2 Diagrama de proceso productivo Planta Copec Chillán .....	9
Figura 3 Diagrama de proceso productivo Planta Copec Chillán .....	25
Figura 4 Grafico de fallas .....	26
Figura 5 Ilustración de válvula .....	28
Figura 6 Imagen de bomba del SCI.....	30
Figura 7 Imagen de Sprinkler en mesas de carga .....	31
Figura 8 Monitor de refrigeración de estanques.....	32

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Inspecciona de bombas de incendio .....	39
Tabla 2 Inspección semanal de SCI.....	40
Tabla 3 Inspección mensual de rociadores de SCI.....	41
Tabla 4 Prueba trimestral de SCI.....	42
Tabla 5 Reporte anual de inspección de SCI.....	43
Tabla 6 Reporte de intervenciones en el SCI .....	44
Tabla 7 Inspección semanal de bombas .....	45
Tabla 8 Inspección anual de sistema hidráulico .....	46
Tabla 9 Inspección anual de sistema de motores diesel .....	47
Tabla 10 Prueba de motor diesel secundario .....	48
Tabla 11 Prueba de monitores refrigerantes de estanques.....	49

## SIGLA

SCI: Sistema Contra Incendios

G93: Gasolina de 93 octanos

G95: Gasolina de 95 octanos

G97: Gasolina de 97 octanos

KD: Kerosene Diesel

PD: Petróleo Diesel

TPI: Terminal Portuario Internacional

NFPA: Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego

## SIMBOLOGÍA

[W]: Watt

[KV]: Kilo Voltios

[psi]: Libras por pulgada cuadrada (Presión)

[gpm]: Galones por minuto (Caudal)

[min]: Minutos

[seg]: Segundos

[RPM]: Revoluciones por minuto

[°F]: Grados Fahrenheit

[K]: Kelvin

[MPa]: Mega Pascales

## INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, los combustibles fósiles son hoy en día los más utilizados para diferentes fines, ya sea, industriales, domésticos, comerciales, etc.

Es por ello que existen grandes plantas de combustibles encargadas de importar, almacenar y distribuir en el país dicho producto.

Este tipo de plantas que manejan energía eléctrica y combustibles fósiles generalmente derivados del petróleo, son susceptibles a sufrir averías, fallas en equipos, accidentes por errores humanos o fenómenos meteorológicos, que ante la presencia permanente de grandes volúmenes de combustible y de potencia eléctrica, se ven expuestos a situaciones de alto riesgo para la instalación misma, el personal o el entorno vecinal que rodea a esta.

Específicamente la planta Copec de Chillán, despacha más de 3 millones de litros de combustible diario, de los cuales 2,2 millones son de gasolina, la cual tiene un alto riesgo de inflamación no solo por su alto nivel de explosividad, ya que también este emana gases altamente inflamables y difíciles de controlar.

Dentro de esta planta las personas que trabajan directamente con el producto son los operarios (encargados de cargar los camiones y revisar el nivel de producto en los estanques de almacenamiento) y los conductores (encargados de hacer llegar el producto al cliente y dentro de la planta encargados de conectar las mangueras de carga a sus camiones).

Ya que este tipo de plantas tiene un alto riesgo de incendios, debe tener un SCI lo más efectivo posible, esta planta específicamente consta de un sistema contra incendios muy completo, a pesar de eso, no existe un plan de mantenimiento para este, lo que puede llevar a que, en el caso de un incendio, esta no sea efectiva al momento de requerir sus servicios.

Este SCI consta de una red de agua con aspersores, monitores, red de espuma en mesas de carga, motobombas y un sistema remoto de activación de esta, los cuales necesitan un mantenimiento constante.

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para la red contra incendios de la planta distribuidora de combustibles Copec Chillán.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Realizar levantamiento del conjunto de elementos de la red contra incendios.
2. Estimar vida útil de elementos pertenecientes al sistema.
3. Establecer propuesta de mantenimiento para los elementos del sistema.
4. Realizar evaluación técnica y estudio económico para el programa propuesto.

## **REQUERIMIENTO PRINCIPAL**

El departamento de mantención de la planta COPEC Chillán ha requerido realizar un plan de mantenimiento para todos los elementos pertenecientes al sistema contra incendios dentro de dicha planta, ya que el tipo de mantenimiento que se aplica hoy en día es a la falla.

Esta planta está en campaña de aumentar la seguridad y mejorar el mantenimiento en general.

## **CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 REQUERIMIENTO PRINCIPAL**

Dado que no existe un plan de mantenimiento para este sistema, es que se ha solicitado realizar un plan de carácter preventivo para la correcta mantención tanto mecánica como eléctrica de los componentes.

El presente documento está abocado a la realización de la organización y planificación de tareas de pruebas y mantenimiento a los elementos que componen el sistema contra incendios de la planta.

## **1.2 LA EMPRESA**

Compañía de Petróleos de Chile S.A. (más conocida por su acrónimo Copec), es una empresa distribuidora de combustibles chilena, fundada el 31 de octubre de 1934. La marca Copec es parte del holding Empresas Copec S.A.

La planta Copec Chillan es la tercera más grande de Chile debido a la cantidad de producto que esta maneja diariamente, los cuales son un promedio de 3 millones de litros de combustible al día desde la VII a la IX región.

Esta planta, funciona desde 1940, la cual, a lo largo de sus 47 años de servicio, ha estado funcionando las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Los objetivos de esta empresa son, asignar la mayor importancia al desarrollo sustentable de la operación de sus instalaciones, de forma tal, que a través de ellas sean satisfechas debidamente las necesidades de sus clientes, a quienes se ha propuesto prestar un servicio de excelencia, asociado a sus diferentes áreas de negocios.

Asume los riesgos asociados a la manipulación de los productos que distribuye y comercializa.

A través de su fuerza de venta, no sólo se ha llegado a los automovilistas a través de las Estaciones de Servicio, sino que han permitido estar presente en las más diversas y complejas industrias del mercado, aviación, generación eléctrica, minería, pesca, transporte

y ranchos, a través de servicios y productos que permiten satisfacer los requerimientos puntuales de cada uno de ellos.

## **1.3 ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.3.1 Producto**

La planta COPEC Chillán, se dedica al almacenamiento y distribución de combustible diesel, gasolina 93, 95 y 97 octanos desde la VII hasta la IX región.

Dentro de esta planta, al producto se le aplican diferentes aditivos, los cuales son aplicados al momento de la carga del camión.

### **1.3.2 Ubicación**

La planta Copec Chillán, se ubica en la ruta 5 sur km 409, Chillán Viejo Región del Biobío, Chile.



Figura 1 Imagen Satelital Planta Copec Chillán

Fuente: Google maps.

### **1.3 PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA**

Esta planta se encarga del almacenamiento de productos terminados, solo genera diferencias en la adivinación de sus productos (G93 – G95 – G97 – KD y PD), los cuales son inyectados al momento de la carga del camión tanque.

#### **1.3.1 Proceso productivo**

Las etapas del proceso productivo son:

- Oleoducto, sistema de cañerías encargados de llevar el producto a la planta junto con los camiones que transportan el producto desde el terminal Oxiquim o desde el TPI Quintero.
- Manifold de distribución, sistema de válvulas encargado de distribuir los diferentes productos a sus respectivos estanques.
- Estanques, encargados del almacenamiento como tal del producto.
- Mesas de carga (1, 2 y 3), encargadas de la carga de camiones distribuidores con el producto solicitado.

#### **1.3.2 Consumo energético**

- Tarifa contratada: AT 4.3
- Potencia conectada: 311.76 [W]
- Subestación: Pucón 66/23 [KV]
- La variación de consumo está ligada directamente al nivel de despacho.

### 1.3.3 Diagrama de proceso productivo

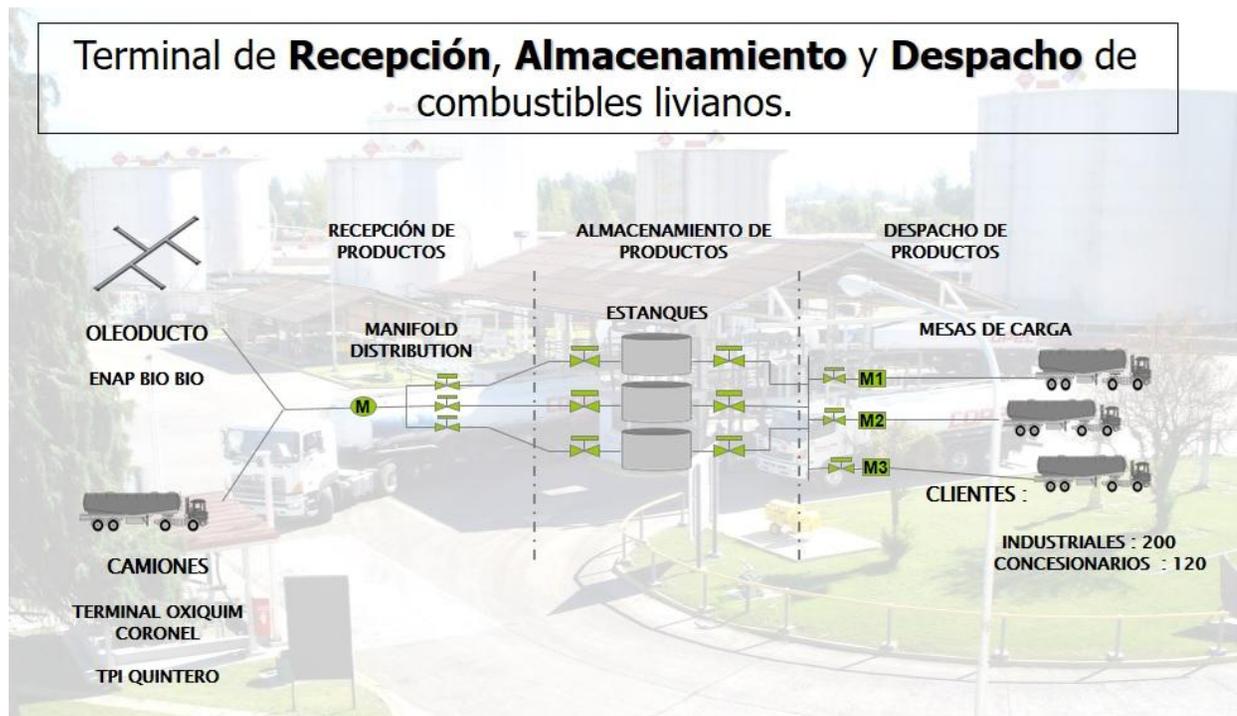


Figura 2 Diagrama de proceso productivo Planta Copec Chillán

Fuente: Copec

## 1.5 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)

El “SCI”, como su nombre lo dice, tiene como función extinguir cualquier incendio dentro de la planta para evitar grandes pérdidas y accidentes. Este sistema es a base de agua y espuma

La instalación de este sistema se realizó en 1940, año en que se abrió la planta, lleva un funcionamiento periódico, mayoritariamente para evitar fallas al momento de requerir sus servicios o para verificar que todo esté funcionando con normalidad, a partir de ello elaborar un plan de mantenimiento a la totalidad de equipos que permiten el funcionamiento de ésta.

### 1.6.1. Etapas de instalación

- Año 1940 se instala la planta y con ello el SCI.
- Año 1941 a la actualidad, se realizan inspecciones generales del sistema.
- Año 2016 la empresa se dispone a mejorar la seguridad de la planta y solicita al departamento de mantención elaborar un plan de mantenimiento para el Sistema Contra Incendios de esta.

## **1.9. DETECCIÓN DEL PROBLEMA**

La problemática del departamento de mantenimiento de la planta COPEC Chillán, está en la falta de un plan de mantenimiento para su red contra incendios regido por la norma NFPA 25, la cual es la norma que rige la inspección y pruebas de estos sistemas para que se mantengan en optimas condiciones en caso de emergencia, en esta ocasión se tomará en cuenta mayoritariamente esta norma, ya que es más estricta que las recomendaciones de mantenimiento que traen los mismos manuales de los fabricantes.



## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**



## **2.1. FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO**

### **2.1.1. Reseña histórica**

Desde el comienzo de los tiempos del ser humano el hombre ha requerido de alguna u otra forma el mantenimiento, haciendo una referencia más concisa está la necesidad de mantener las primeras armas creadas para el uso propio como método de defensa, estas primeras tecnologías creadas por el hombre fueron de vital importancia para su supervivencia en entornos hostiles, por lo cual, poco a poco el hombre fue requiriendo contar siempre con estas armas a su disponibilidad, puesto que si la punta de la lanza (hecha de piedra) se desprendiera de la rama a la cual estaba adherida la pelea contra algún animal que le permitiera al hombre alimentarse podría haberse vuelto de forma inversa y acabar con la vida por parte de la presa hacia el cazador.

A partir de 1950, luego de la mecanización de los procesos productivos, ocurrió una alta demanda de bienes de consumo a nivel mundial, lo que incurrió en que los procesos industriales se hicieran cada vez más intensivos. En un comienzo, los operarios de producción encargados del funcionamiento de las maquinas eran quienes realizaban el mantenimiento pero la detención de las maquinas provocaba grandes pérdidas económicas a las compañías, con la creciente demanda global de producción la industria se vio en la necesidad de separar de esta función a los operarios de las maquinas dedicándolos netamente a la máxima producción del equipo y crear personal especializado en mantenimiento ya que era necesario producir en todo momento.

Así, como desde el inicio de los tiempos del hombre, es que se ha vuelto de vital importancia el acto de mantener las herramientas creadas y adaptadas para la necesidad del ser humano siempre a su disposición.

### **2.1.2. Mantenimiento como herramienta en la industria**

El mantenimiento dentro de una industria principalmente busca prestar un servicio de reparación de averías o defectos en los equipos, pero viendo más allá, debe perseguir un objetivo primordial para la empresa, aumentar al máximo la producción de la institución evitando tener equipos detenidos en las líneas de procesos. Las detenciones totales o parciales de los equipos son muy dañinas en la producción de una empresa, puesto que cada minuto que una maquina está detenida es un minuto de gastos extras de mantenimiento, retraso de producción y, por consiguiente, pérdida de ingreso monetario. Estas mermas en

los procesos son absolutamente evitables siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para reducir al mínimo las detenciones no planificadas.

### 2.1.3. Finalidad del mantenimiento en la industria

El mantenimiento debe trabajar en conjunto con los valores de la empresa. Tener en claro la misión, visión y objetivos que persigue una institución es un punto clave en el desempeño del departamento de mantención si se quieren conseguir las metas propuestas.

La disponibilidad de los equipos es crítica dentro de cualquier proceso productivo, por esto es que el mantenimiento de los equipos se vuelve una acción tan fundamental. Tener disponibilidad absoluta de las herramientas de producción es el objetivo primario en el contexto operativo y se persigue valiéndose de talentos humanos, recursos, activos, controles y mecanismos de gestión para satisfacer los niveles de producción o servicios comprometidos.

### 2.1.4. Tipos de mantenimiento

Existen cuatro métodos de mantenimiento principales que se efectúan en una industria, la aplicación de cada uno de estos métodos va en directa relación con la organización de los departamentos de mantención y los posibles imprevistos que se puedan generar en un proceso productivo.

#### 2.1.4.1. Mantenimiento Correctivo:

En una primera instancia tenemos el mantenimiento de tipo **correctivo**, el cual es una acción reactiva no programada, consiste en la reparación de averías o fallas funcionales a medida que se van produciendo.

El contra más grande que posee este tipo de mantenimiento es que fuerza a la detención del proceso productivo debido a la avería de los equipos, también genera un mayor gasto en personal de mantenimiento puesto que se debe reparar de la forma más rápida posible. El hecho de que se deban reparar maquinas sin previo aviso dificulta la posibilidad de mantener un gasto fijo en mantenimiento, puesto que no siempre se producirán las fallas o también puede que se produzcan de manera más reiterativa incurriendo así en mayores gastos.

El mantenimiento correctivo se caracteriza principalmente por ser un mantenimiento de tipo de emergencia lo cual aumenta el riesgo de accidentes en el personal de mantenimiento. Un punto positivo es que requiere de poca planeación del mantenimiento, ya que se repara solo el punto donde se produjo la falla.

#### 2.1.4.2. Mantenimiento Preventivo:

El método más utilizado en la industria corresponde al mantenimiento **preventivo**, este permite disminuir la frecuencia de las paradas no programadas aprovechando el momento más oportuno para realizar las intervenciones tanto para los departamentos de producción como para el de mantenimiento.

Frecuentemente se utiliza este método en un “Plan de Mantenimiento”, puesto que, permite planificar las mantenciones a efectuar; preparar herramientas, repuestos, insumos y designar al personal más capacitado para realizar la acción. La principal ganancia de este tipo de mantenimiento es que permite utilizar de la forma más eficiente posible los tiempos, el mantenimiento preventivo permite adecuar y moldear las acciones dentro de los tiempos más favorables para la empresa para poder intervenir los equipos, ya sea; paradas de planta, cambios de turno, etc. Este método utiliza tiempos regulares bien definidos por el planificador de las mantenciones para evitar detener los procesos productivos.

Las mantenciones se realizan sin importar el estado del ítem a mantener (ya sea en buen o mal estado), sustituyendo o reparando cíclicamente los componentes según designación de fabricantes o acciones adoptadas por el ingeniero a cargo. Para este tipo de

mantenimiento es necesario justificar la rentabilidad económica del método, puesto que posiblemente y dependiendo de cada empresa, estas acciones sean un poco costosas.

#### 2.1.4.3. Mantenimiento Predictivo:

El mantenimiento de tipo **predictivo** es otro de los métodos más utilizados, este tipo de mantenimiento permite detectar posibles síntomas de desperfectos o desgastes prematuros de un equipo antes de que ocurra una falla y por consiguiente una detención no deseada para la empresa.

Este método es posible utilizar gracias a que los componentes de cierta forma demuestran al personal de inspección que alguna anomalía está ocurriendo. Existen varias formas de detectar las fallas antes de que ocurran y principalmente se utiliza tecnología creada para detectarlas, así como también la experticia del personal ante estas situaciones. Los métodos más básicos para detectar potenciales fallas son los sentidos del ser humano; realizar inspecciones visuales, detectar olores, sentir excesivas vibraciones o temperaturas elevadas, ruidos anómalos y posiblemente por el sentido del gusto detectar alguna anomalía en el proceso productivo que infiera en alguna contaminación del producto.

Otros métodos utilizados son mediante la creación de nuevas tecnologías que detecten posibles fallas en los equipos, existen diferentes herramientas tales como: Cámaras Termográficas, análisis de vibraciones, ultrasonido, etc. Dadas las características de este tipo de mantenimiento es necesario realizar constantes inspecciones, en medida de lo posible lo ideal es que se realicen diariamente, esto requiere personal exclusivo de inspección por lo cual se utiliza en procesos de alta criticidad operacional.

#### 2.1.4.4. Mantenimiento Proactivo:

El mantenimiento **proactivo**, al igual que el predictivo, consiste en monitorear las propiedades de ciertos parámetros en los componentes antes de decidir a una intervención. La diferencia entre ambos es que el proactivo pretende determinar la causa raíz de las averías, una posible falla dentro de la línea que incurra en el deterioro prematuro de otros componentes adyacentes del proceso.

Una de las técnicas más usadas en el mantenimiento proactivo es la tribología, que permite monitorear las propiedades de los lubricantes para evitar el desgaste de la maquina y aumentar su vida útil. El método brinda la oportunidad de tomar acciones restaurativas para desviar tendencias al deterioro y mejorar las condiciones de operación sin llegar a la

falla sintomática irreversible. Junto con tribología también se pueden hacer intervenciones de tipo mecánica como balanceo, alineación, etc.

#### 2.1.5. Plan de mantenimiento

El tipo de intervenciones a las maquinas utilizado en un plan de mantenimiento se basa principalmente en fundamentos preventivos. Resumiendo, es un tipo de mantenimiento planificado que incluye acciones programadas para la reparación del ítem o el cambio de sus componentes en periodos de tiempo fijos, esto sin importar la condición buena o mala del componente al momento de realizar la tarea.

El reemplazo o reparación no está condicionado al estado del ítem, puesto que se busca evitar que la falla ocurra cuando el equipo esté en funcionamiento. La información o señales entregadas por el componente extraído son de vital importancia, debido a que nos permitirá realizar un análisis del tipo de falla que está incurriendo en el equipo y prevenir una intervención de emergencia a futuro.

Aprovechar el momento más oportuno para detener la producción es la premisa en un plan de mantenimiento, esto nos permite una mejor planificación de los recursos y prolongar los tiempos libres de falla. Se minimizan los riesgos en materia de seguridad operacional debido a que las acciones correctivas de emergencia aumentan notablemente la probabilidad de accidentes o incidentes, a su vez, y tomando las precauciones correspondientes, se está contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

#### 2.1.6. Tareas de un plan de mantenimiento preventivo

Como se menciona en el punto anterior, un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones y decisiones que tienen como fin común, evitar la prolongación de tiempos libres de fallas inesperadas, defectos o desviaciones en las variables que constituyen un proceso productivo.

Para hacer posible esto, se requiere de tomar como conducta de mantenimiento una serie de acciones que nos permitan cumplir con lo primordial “Continuidad productiva”. Un plan de mantenimiento debe realizar las siguientes acciones:

- **Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas:** Con el paso del tiempo y uso que se le dan a las maquinas, estas denotan un desgaste natural o

fatiga, lo cual incide en un aumento en la probabilidad de falla. Este desgaste ocurre principalmente en componentes mecánicos sometidos a; constante movimiento, corrosión, erosión o cambios de temperatura.

- **Conservación, revisión o restauración de ítems:** Esta conservación se realiza de forma periódica y se consideran rutinas de mantenimiento preventivo, consisten en controlar o revisar de forma programada los equipos, con el fin de llevarlos a su condición básica original. Requiere desmontaje, desarme e inspección del sistema.
- **Rutinas de inspección:** Representan acciones concretas para la conservación de la condición básica y corregir sus defectos. El costo de realización es bajo frente a los beneficios obtenidos. Consiste en realizar inspecciones a los equipos con el fin de detectar posibles fallas o averías, estas inspecciones pueden ser visuales, termográficas, análisis de vibraciones, etc.
- **Limpieza, ajuste y lubricación:** La mayoría de los componentes requieren del cuidado mas optimo posible para mantenerlos dentro del funcionamiento básico que debe cumplir. Esto es logrado mediante rutinas periódicas de lubricación, ajuste, regulación o limpieza preventiva. Son de bajo costo pero entrega beneficios extraordinarios, ya que evita desgaste prematuro de los ítems.
- **Calibración:** Es una acción que contempla medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo a patrones certificados. Estas rutinas permiten asegurar que los estándares de calidad solicitados se ajusten a las normativas vigentes.

### 2.1.7. Objetivos de un plan de mantenimiento preventivo

- Minimizar las averías imprevistas de los equipos.
- Mejorar Aumentar la disponibilidad de los activos industriales.
- el aprovechamiento de mano de obra por medio de la programación de tareas.
- Mejorar la calidad de productos y servicios.
- Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
- Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.
- Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación.

## 2.2. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para los factores mencionados anteriormente, existe una serie de tareas aplicables que nos permitirán cumplir a cabalidad con lo planteado. El cumplimiento de estas tareas tiene como fin la prolongación de la vida útil de los activos de la empresa.

### 2.2.1 Reemplazo y conservaciones programadas

El movimiento de los elementos mecánicos produce constante desgaste como resultado de su uso. El criterio principal para la sustitución de los componentes de una línea productiva radica en el costo de reparación, cuando éste coste supera al de reemplazo es cuando debe aplicarse, también cuando existe una alta probabilidad de que la reparación no garantice su funcionamiento original.

La aplicación de las acciones de conservación o reemplazo debe justificarse con la prolongación de la vida de los ítems a lo largo del tiempo. La sustitución periódica justifica su aplicación solo en situaciones en que las fallas ocurren de modo creciente a partir de un determinado momento.

El aprovechamiento de las acciones de conservación de los elementos nos permitirá disminuir los gastos operacionales de una planta, siempre y cuando el coste de reparación se adecue a los criterios de reemplazo y conservación antes mencionados. Para sacar el mayor provecho posible a estos criterios se deben llevar a cabo rutinas de revisión de estado, reparación o restitución de la condición básica de funcionamiento.

### 2.2.2. Rutinas de inspección

Las rutinas de inspección pueden dividirse en dos grupos; Rutinas de inspección estáticas y Rutinas de inspección dinámicas, esto de acuerdo al estado de marcha del equipo. La frecuencia de las inspecciones puede ser variable dependiendo del equipo que lo requiera, estas pueden ser diarias, quincenales, mensuales, anuales, etc.

#### 2.2.2.1. Rutinas de inspección estáticas

Consisten en chequear visualmente los equipos fuera de la operación normal, y que no necesariamente supone el desarme de componentes. Es una inspección general y de comprobación. Se hacen antes de cada puesta en marcha o en algún momento que la operación lo permita sin afectar el proceso productivo. El personal que realice la inspección debe contar con un alto grado de sensibilidad técnica.

#### 2.2.2.2. Rutinas de inspección dinámicas

Corresponden a inspecciones de maquinas en funcionamiento o el control de sus variables de proceso, estas traen un mayor beneficio en un mantenimiento preventivo. Se realizan aplicando los sentidos humanos o utilizando instrumental de baja complejidad técnica. Conocidas como “Tareas Indirectas de Base”.

La confección de una Rutina de Inspección Básica debe ser desarrollada por personal altamente capacitado tanto en mantenimiento como en los procesos productivos de la organización. Su optimización se logra mediante un análisis causa-efecto para cada modo de falla. Se definen como indirectas, debido a que el comportamiento de las variables de proceso indica “indirectamente” la potencial falla de alguna parte o subconjunto del equipo. La misión del personal de Mantenimiento y Producción, es identificar esta relación directa entre efecto (variable) y causa (modo de falla).

### 2.2.3 Fallas de elementos mecánicos

La gran mayoría de los equipos industriales están de una u otra forma sometidos a desgaste. La mayor parte de las veces ese desgaste es predecible y se puede definir una estrategia de reemplazo de piezas en función de la predicción de este desgaste. Sin embargo, muchas veces es impredecible, o bien repentino, originando una detención indeseada del equipo o sistema, con la consiguiente pérdida económica asociada.

En algunos casos, incluso es posible que las fallas por desgaste puedan generar situaciones catastróficas, con un deterioro irreversible de piezas, componentes, equipos o sistemas. Por estas razones es que se hace necesario el entendimiento de los procesos de desgaste, cómo mitigarlos y cómo prevenirlos.

El desgaste mecánico ocurre cuando las superficies de una máquina se desgastan mecánicamente una sobre la otra. El desgaste abrasivo es un método en el cual la contaminación con partículas causa la mayor parte del desgaste. Partículas como la tierra o las mismas partículas desprendidas del desgaste propio pueden causar abrasión entre los cuerpos sometidos o fatiga de la superficie, lo que da como resultado que la superficie se pique o rasgue.

El desgaste adhesivo involucra a dos superficies que entran en contacto directo entre sí, transfiriendo metal de una a la otra. Este desgaste se presenta en áreas en donde el lubricante no puede soportar la carga o en áreas donde hay escasez de lubricante.

Es posible prevenir la ocurrencia de estos hechos manteniendo apropiadamente selladas las máquinas para restringir el ingreso de partículas, y asegurándose de que los lubricantes que utiliza cumplen o exceden los requerimientos de operación de los componentes, lo que puede extender la vida de la maquinaria y reducir el total de fallas.

### 2.2.4 Lubricación

Las tareas de lubricación (consideradas la tarea preventiva por excelencia) son actividades básicas de conservación rentables. Si bien representan un costo dado por el lubricante y la mano de obra utilizada, en general es bajo en comparación con los beneficios obtenidos durante cualquier periodo de análisis.

La fricción constituye uno de los peores enemigos en la prevención de fallos, por lo cual, la lubricación es un pilar fundamental en la conservación de los componentes sometidos a movimiento y desgaste.

Los costes por falta de lubricación implican siempre un gasto mayor generado en los mantenimientos. Un programa de lubricación persigue eliminar los modos de falla específicos con consecuencias graves para los activos. Las fallas suelen suceder por falta de lubricación o por degradación del lubricante.

#### 2.2.4.1. Rutas de Lubricación

Una ruta de lubricación es una sucesión de puntos a lubricar o inspeccionar, ordenados según algún criterio establecido, y que deberá respetarse por quien tenga a cargo el trabajo.

Las rutas de lubricación contemplan algunas de las siguientes actividades:

- Adición o reemplazo periódico de grasas lubricantes.
- Adición / Cambio de aceite, filtros o piezas de baja complejidad técnica.
- Controles de nivel y adición en caso de requerirse.
- Limpieza, ajuste de conectores, verificación de depósitos, registro de información, etc.
- Cualquier tarea de baja complejidad vinculada a la lubricación de componentes.

#### 2.2.4.2. Frecuencia de las rutinas de lubricación

La frecuencia de las acciones de lubricación son determinadas por diferentes factores, ya sea en base a; experiencia del personal de mantenimiento, estudio teórico de las posibles fallas o recomendaciones de fabricante (tanto del elemento como del lubricante mismo).

Las averías prematuras en elementos motrices frecuentemente se dan debido a negligencias humanas, estas pueden ser debido a una mala selección del lubricante o periodos de relubricación incorrectos. Para aquellos puntos en los que la frecuencia y la cantidad de lubricante deban respetarse estrictamente se recomienda establecer una ruta de lubricación específica.

### 2.2.5. Catálogos y Recomendaciones

Los catálogos de fabricantes son esencialmente fundamentales para la planificación de la lubricación de los equipos, estos entregan información vital tanto de periodos de lubricación como también las cantidades a utilizar, incluso detalladas por tipo, dimensiones, etc.

## 2.3. ELEMENTOS ROTATIVOS DE DESGASTE

Algunos elementos de la línea del SCI que tienen mayor desgaste son válvulas, sellos y rodamientos, los cuales la buena funcionalidad es indispensable para el funcionamiento de esta, es por ello que es de suma importancia tener conocimiento del funcionamiento de estos y también saber sobre la vida útil de ellos y como optimizarla.

### 2.3.1 Rodamientos

Los rodamientos son elementos mecánicos que se sitúan entre dos componentes de una maquina con el fin de generar rotación de uno con respecto al otro. Este sistema mecánico está diseñado con el fin de que los rozamientos originados en el giro sean de rodadura y sin deslizamiento entre componentes.

Están formados por cuatro elementos principales; anillo externo, anillo interno, jaula y una o varias hileras de bolas, rodillos cilíndricos o cónicos, etc.

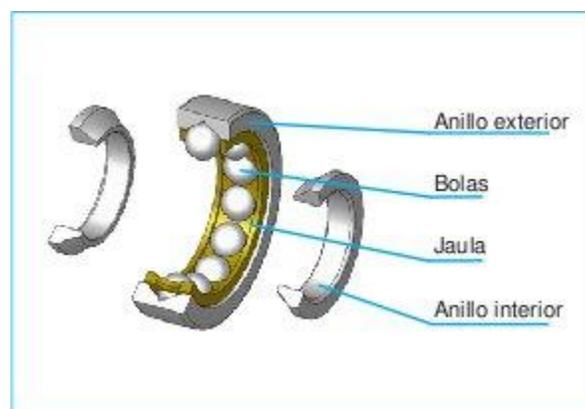


Figura 3 Diagrama de proceso productivo Planta  
Copec Chillán

Fuente: [blogtecnologia3eso.wordpress.com](http://blogtecnologia3eso.wordpress.com).

El 60% de las fallas prematuras en los rodamientos se produce debido a montajes deficientes, contaminación por partículas solidas o liquidas, sobrecarga o vibraciones, pero principalmente debido a una lubricación inadecuada.

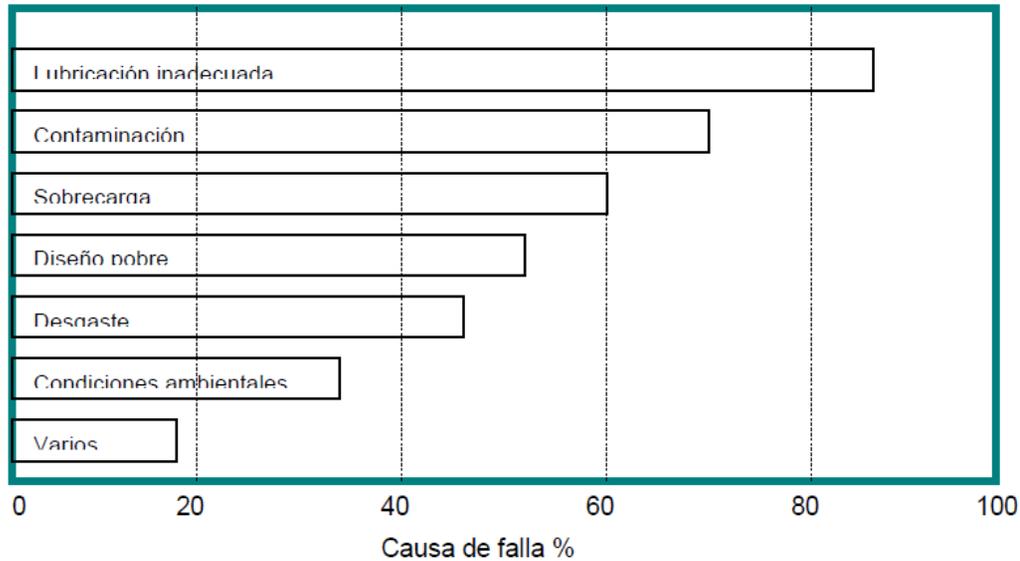


Figura 4 Grafico de fallas

Fuente: SKF

### 2.3.1.1 Mantenimiento para rodamientos

Para que un rodamiento funcione de un modo fiable, es indispensable que este adecuadamente lubricado al objeto para evitar el contacto metálico directo entre los elementos rodantes, los caminos de rodadura y las jaulas, evitando también el desgaste y protegiendo las superficies del rodamiento contra la corrosión por tanto, la elección del lubricante y el método de lubricación adecuados, así como un correcto mantenimiento son cuestiones de gran importancia.

- Inspección y limpieza de rodamientos:** Como todas las piezas importantes de una máquina, los rodamientos de bolas y de rodillos deben limpiarse y examinarse frecuentemente. Los intervalos entre tales exámenes dependen por completo de las condiciones de funcionamiento. Si se puede vigilar el estado del rodamiento durante el servicio, por ejemplo escuchando el rumor del mismo en funcionamiento y midiendo la temperatura o examinado el lubricante, normalmente es suficiente con limpiarlo e inspeccionarlo a fondo una vez al año (aros, jaula, elementos rodantes) junto con las demás piezas anexas al rodamiento. Si la carga es elevada, deberá aumentarse la frecuencia de las inspecciones

- **Fallas de rodamientos:** Cuando un rodamiento se utiliza bajo condiciones ideales, se dañará solo por la fatiga de rodadura y en el tiempo de vida esperado, sin embargo esto puede ocurrir muy temprano. Por lo tanto, si se produce la falla de un rodamiento, es muy importante analizar correctamente el fenómeno e identificar las causas, incluso si el daño es muy pequeño. Además, es esencial examinar cuidadosamente, no solo el rodamiento, sino también el eje, el alojamiento, los sellos y el lubricante.

### 2.3.2 Válvulas

Válvula es un instrumento de regulación y control de fluido. Una definición más completa describe la válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Hay que diferenciar que existen válvulas que dejan pasar un fluido en un sentido y lo impiden en el contrario (incluido el llamado fluido eléctrico), como suele suceder en el uso de válvulas industriales, campo en el que puede considerarse como instrumento básico.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde unos milímetros hasta los 90 m o más de diámetro (aunque en tamaños grandes suelen llamarse compuertas). Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 140 [MPa] y temperaturas desde las criogénicas hasta 1100 [K]. En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

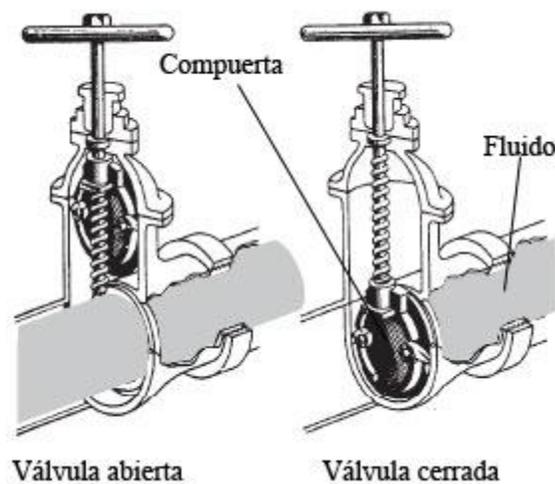


Figura 5 Ilustración de válvula

Fuente: Google

## 2.4 **BOMBAS DE AGUA**

Las bombas de agua están encargadas de transformar energía, transformándola para mover el agua. Este movimiento normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos, volumétricas y turbo-bombas. Todas constan de un orificio de entrada (aspiración) y otro de salida (impulsión).

En este caso, se trabajará con bombas centrifugas PATTERSON D 6939-1, para este tipo de bombas, debe existir un Mantenimiento Preventivo planificado. A esto se le llama rutas de inspección. El objetivo principal consiste en la detección de fallos en fase inicial para solucionarlos de inmediato, si es posible, o en el momento oportuno si no lo es. Estas inspecciones contemplan las siguientes tareas sobre la bomba:

- Inspección visual para detectar fugas en tuberías.
- Inspección visual para la detección de fugas en el sello del eje (reapriete de empaquetadura si es posible).
- Inspección del nivel de aceite en el cuerpo de rodamientos.
- Medida de temperatura en el cuerpo de rodamientos y motor.
- Inspección de ruidos y vibraciones excesivas en el cuerpo de rodamientos, en el acoplamiento de la bomba y en el motor de accionamiento.
- Comprobar el correcto caudal del agua de refrigeración al sello del eje, si existiese.
- Inspección visual del correcto estado general de conexiones eléctricas.

Estas inspecciones rutinarias generan una serie de órdenes de trabajo a realizar sobre el equipo, que llegarán al departamento correspondiente y que se convertirán en el histórico de intervenciones sobre la bomba en concreto. Pueden generarse trabajos a realizar con la instalación en marcha, en caso de que pueda pararse el equipo (llenando tinas, realizando

un by-pass, etc.) o trabajos que serán programados durante la siguiente parada de la instalación.

Las ventajas de realizar estas rutas de inspección sobre las bombas centrífugas de fábrica son las mismas que las generadas por un mantenimiento preventivo sobre otros tipos de equipos, a saber:

- Confianza, se conoce el estado y funcionamiento de las bombas.
- Disminución del tiempo de parada por fallo mecánico de la bomba.
- Mayor duración del equipo y la instalación.
- Programación de trabajos a realizar en marcha y parada, uniformidad de la carga de trabajo.
- Bajo coste de reparación de bombas.

Los trabajos correctivos más comunes que se realizan sobre una bomba centrífuga por parte del departamento de mantenimiento mecánico son la reparación de fugas tanto en bridas como en tuberías de aspiración e impulsión, aperturas de la bomba para extracción de elementos que producen atascos, cambio de impulsores por desgaste, cambio del cuerpo de rodamientos, cambio del cierre mecánico y dinámico, empaquetado del eje y cambio del acoplamiento por deterioro.



Figura 6 Imagen de bomba del SCI

Fuente: Elaboración propia

## 2.5 SPRINKLERS

Los rociadores automáticos de agua o sprinklers mantienen controlado el incendio en un área limitada y consiguen la sofocación del fuego. Las instalaciones de sprinklers contra incendios, dependiendo del diseño del sistema, mantienen un incendio en un área limitada, permitiendo de esta manera que los servicios de extinción puedan sofocar el incendio o apagarlo totalmente de manera automática.

### 2.5.1 Sistemas sprinklers contra incendios

Estos sistemas son parte de la Protección Activa Contra Incendio, atacando el fuego una vez se ha iniciado y siendo en muchos casos el sistema que evita que un conato de incendio se transforme en un incendio descontrolado, que podría causar la pérdida total del edificio e incluso daños personales.

Dado el gran poder de descarga de agua de los rociadores automáticos o sprinklers, una de las funciones que tienen es la de refrigerar, por lo que frecuentemente se acude a estos sistemas contra incendios para proteger las estructuras portantes de edificios construidos por materiales deformables, como pueden ser la madera o el hierro. De esta forma, se evita el impacto estético negativo que podría causar un incendio en su estructura interior.

Es por ello que el programa de mantenimiento de los sistemas de rociadores automáticos debe ser muy riguroso y centrarse en cada elemento individual de la instalación, como el puesto de control, los rociadores, la red de tuberías, el sistema de comunicación de alarma, etc.

El mantenimiento en estos sistemas de sprinklers contra incendios requiere especial atención, ya que se pueden encontrar rociadores obstruidos, pequeñas fugas, etc., que a simple vista no se apreciarían e impedirían que el sistema funcionase en caso de producirse un fuego.



Figura 7 Imagen de Sprinkler en mesas de carga

## 2.6 MONITORES DE AGUA CONTRA INCENDIO

El diseño del sistema de protección con monitores debe tener en cuenta la protección total del área. El diseño debe basarse en la protección total de bombas, vehículos y equipos en general.

Normalmente el monitor debe situarse en el exterior del área que tiene que ser protegida para prevenir el daño de la unidad. La distancia del monitor al extremo más lejano del área a proteger no debe superar el 75% del alcance de monitor. En torno a la instalación del monitor se deberá considerar el suficiente espacio libre para facilitar los movimientos de la unidad y garantizar el fácil acceso, libre de obstáculos. Si el monitor está instalado en una torre, se debe habilitar un acceso, en torno al mismo, de 360 grados. Una plataforma elevada permitirá tener chorro libre de obstáculos y por lo tanto más eficaz.

En esta planta, los monitores se usan para refrigerar estanques de almacenamiento de combustibles en caso de incendio cercano o en situaciones de elevadas temperaturas como días calurosos para evitar exceso de emanación de vapores.



Figura 8 Monitor de refrigeración de estanques

Fuente: Elaboración propia



### **CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN**



### **3.1. PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO**

Para la elaboración del plan de mantenimiento es necesario realizar previamente un levantamiento de información con el fin de identificar los equipos que constituyen el sistema contra incendios y verificar los componentes que conlleva cada uno de los equipos, luego ordenarlos de manera sucesiva según la instalación, esto nos permitirá llevar un orden secuencial para elaborar tanto rutas mecánicas como rutas de lubricación e inspección.

### **3.2. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION**

Una de las tareas más importantes dentro de la planificación del mantenimiento es realizar un levantamiento de información de todo lo que compone el sistema contra incendios, ya que, dependerá de los equipos constituyentes las acciones a realizar.

Para lograr eficientemente la realización del plan de mantenimiento es necesario efectuar ciertos puntos primordiales, tales como; realizar el orden de la secuencia del funcionamiento del sistema, levantamiento de equipos y componentes de estos, acciones necesarias para llevar a cabo lo propuesto, establecer periodos e intervalos de mantenimiento, realizar rutas mecánicas y de lubricación, y por último, realizar evaluación técnica de la aplicación del sistema.

### 3.3 SECUENCIA DEL PROCESO

El orden secuencial de los elementos que conforman el sistema contra incendios RCI, está representado en el siguiente diagrama de flujo:

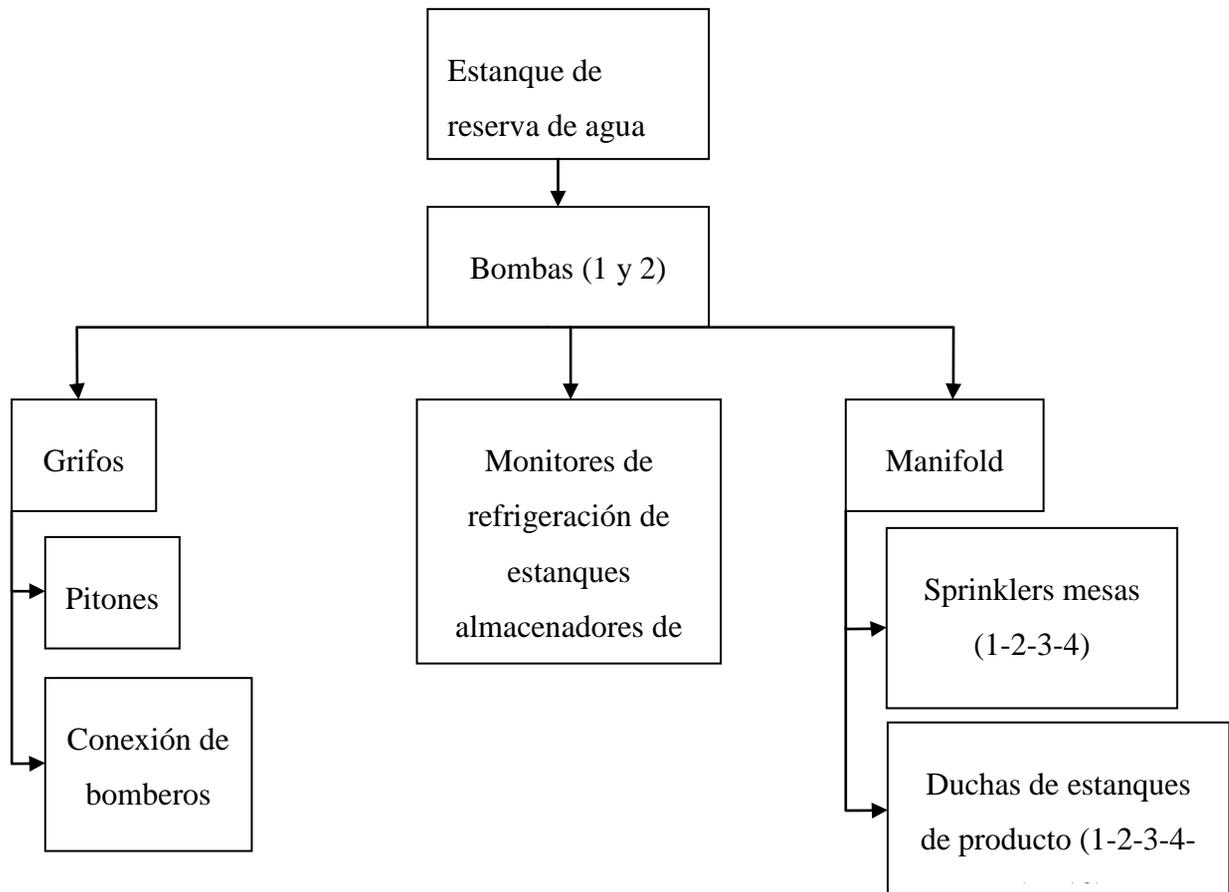


Figura 3-1 Diagrama de flujo de sistema contra incendio de red contra incendio.

Fuente: Elaboración propia

### **3.4 PLANILLAS DE INSPECCIONES A REALIZAR**

Cada una de las secciones de este sistema contra incendios contiene una cantidad determinada de elementos a los cuales se les debe realizar tareas de inspección y mantenimiento.

A continuación se detalla el proceso de inspección y mantenimiento de cada uno de estos elementos de acuerdo a la norma NFPA 25, la cual rige todos los parámetros que hay que medir para un correcto mantenimiento de estos tipos de sistema.

### 3.4.1 Inspecciona de bombas de incendio

<b>Bombas de Incendio</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Corriente de control "ON"		
Controles graduados en automático "AUTO"		
Iluminación adecuada		
Bomba en servicio durante la inspección		
Baterías totalmente cargadas		
Válvulas de control accesibles		
Prueba semanal de funcionamiento (15 [min])		
Manómetro en la succión ((90 a 180) [psi])		
Manómetro en la descarga ((90 a 180) [psi])		
Sellos de ejes goteando agua adecuadamente		
Válvula de seguridad de presión libre de daños		
Bomba compensadora de presión operativa (Jockey)		
Cojinetes y válvulas lubricados		
Válvulas, accesorios y tuberías libres de fugas		
Válvula de control del cabezal de prueba cerrada		
Tanque diesel lleno al 100%		
Nivel de aceite completo		
Nivel de agua completo		
Manguera de agua en buen estado		
Filtro en línea de enfriamiento libre de desechos		
Cargador de baterías operativo adecuadamente		
Bornes de baterías limpios (no sulfatados y sin contaminación)		
Estado de carga de baterías revisado		
Valvula solenoide operando correctamente		
Drenaje de condensado limpio		
Ductos de entrada limpios		
Etiquetas de identificación en su lugar		
Panel de alarma despejado		
Sistema dejado en servicio		
Comentarios:		

Tabla 1 Inspecciona de bombas de incendio

Cualquier tipo de modificación o trabajo extra, dejar detalle en comentarios o anexas informe.

### 3.4.2 Inspección semanal de SCI

<b>Inspección Semanal de Sistemas de Protección de Incendio a Base de Agua</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Monitores accesibles (5 en total)		
Monitores visibles (5 en total)		
Monitores libres de fugas (5 en total)		
Monitores libres de materia extraña (5 en total)		
Manómetro de suministro de monitores (90 a 180 psi)		
Manómetro de sistema de monitores (90 a 180 psi)		
Sistema en servicio durante la inspección		
Válvulas de control de los monitores ajustadas y abiertas		
Conjunto de accesorios sin fugas		
Válvulas de control accesibles		
Etiquetas de identificación en su lugar		
Panel de alarma despejado		
Sistemas dejados en servicio		
Conexiones de bomberos con tapas y tapones		
Grifos accesibles (revisar 9 en total)		
Grifos visibles (revisar 9 en total)		
Pitones extras en gabinetes de repuestos		
Pitones parecen libres de escapes o daños		
Pitones libres de pintura		

Tabla 2 Inspección semanal de SCI

### 3.4.3 Inspección mensual de rociadores de SCI

<b>Inspección de Sistema de Rociadores</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Manómetro en el suministro de sistema rociador			[psi]
Manómetro en el sistema rociador			[psi]
Sistema en servicio durante inspección			
Válvula de control de rociador asegurada abierta			
Interruptores de manómetro aparecen operacionales			
Áreas de válvulas accesibles			
La válvula reguladora de presión está abierta			
Válvula reguladora de presión en buen estado			
Válvula reguladora de presión mantiene la presión cerrada excepto cuando está en operación			
Válvula de alivio de presión en buen estado			
Válvula de alivio a prueba de fugas			
Válvula de alivio de presión mantiene la presión corriente arriba según el criterio de diseño			
Válvula de retención principal mantiene la presión			
Visores de flujo de agua operacional			
Conjunto de accesorios sin fugas			
Drenaje de alarma sin goteo cuando no está operando			
Conjunto de accesorios para válvulas en posición correcta			
Válvula de prueba de alarma cerrada			
Alarmas exteriores debidamente identificadas			
Alarmas exteriores aparecen operacionales			
Alarmas interiores aparecen operacionales			
Cabezas extras en el gabinete de cabezas de repuestos			
Cabeza libre de filtración o daño			
Cabeza libre de pintura			
Cabezas libres de cubiertas no aprobadas			
Casetas de mangueras e hidrantes libres de daños (9 en total)			
Casetas de mangueras e hidrantes totalmente equipadas (9 en total)			
Casetas de mangueras e hidrantes están completamente accesibles			
Tablero de alarma despejado			
Tablero de comandos claramente visible			
Tablero de comandos fácilmente accesible			
Sistema dejado en servicio			

Tabla 3 Inspección mensual de rociadores de SCI

### 3.4.4 Prueba trimestral de SCI

<b>Requisitos de Prueba Trimestral para el Sistema de Rociadores Húmedos</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Prueba de flujo de drenaje principal con válvula de 4 pulgadas totalmente abierta			
Manómetro en el suministro de rociadores			[psi]
Manómetro en el sistema de rociadores			[psi]
Manómetro en el suministro de rociadores monitores flujo del drenaje principal			[psi]
Manómetro en el sistema de rociadores con flujo del drenaje principal			[psi]
Dispositivos de alarma de flujo activados			
Alarma de interior operando			
Alarmas exteriores operando			
Flujo de prueba de inspección			[psi]
Tiempo para que suene la alarma de la válvula sensora de flujo			[min] [seg]
Manómetros operando correctamente			
El tablero de alarmas se reajustó correctamente			
Tablero de alarma despejado			
Sistema dejado en servicio			
Válvula de control lubricada			
Válvula de control operada hasta la posición cerrada y devuelta a la posición abierta			
Válvulas antirreflujo lubricadas			
Volumen de flujo			[G.P.M.]
Presión del lado de suministro			[psi]
Presión del lado del sistema			[psi]
Válvula antirreflujo operada y devuelta a posición abierta			

Tabla 4 Prueba trimestral de SCI

3.4.5 Reporte anual de inspección de SCI

<b>Reporte Anual de Inspección del sistema de Rociadores Húmedos</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Inspección visual: La tubería expuesta aparece en buen estado		
La tubería aparece libre de daño mecánico		
La tubería aparece libre de escapes		
La tubería aparece libre de corrosión		
La tubería aparece debidamente alineada		
La tubería aparece libre de cargas externas		
Los rociadores aparecen debidamente posicionados		
Los rociadores aparecen debidamente espaciados		
Los rociadores aparecen libres de materias extrañas		
Los circuitos de pulverización de los rociadores aparecen libres de obstrucciones		
Tablero de alarma despejado		
Prueba de mangueras según NFPA 1962		
Prueba de boquillas de mangueras según NFPA 1962		
Sistema dejado en servicio		

Tabla 5 Reporte anual de inspección de SCI

### 3.4.6 Reporte de intervenciones en el SCI

<b>Sistemas de Incendio a Base de Agua</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Manómetros de presión Calibrados (Todos)			Fecha:
Manómetros de presión reemplazados			Fecha:
Prueba hidrostática realizada			Fecha:
Prueba de suministro de agua realizada			Fecha:
Prueba de flujo de válvulas de manguera tipo regulador de presión			Fecha:
Volumen de flujo			[G.P.M.]
Lado de suministro			[psi]
Lado de la conexión de manguera			[psi]

Tabla 6 Reporte de intervenciones en el SCI

3.4.7 Inspección semanal de bombas

<b>Inspección Bombas Semanal</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Carcasa de la bomba ajustada y afianzada			
Carcasa de la bomba calentada (mínimo a 40°F)			
Iluminación adecuada en la carcasa de la bomba			
<b>Bomba eléctrica (Jockey) - Inspección y Mantenimiento mensual</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Interruptor aislador y cortacircuitos ejercitados			
Inspeccionar, revisar, limpiar y probar cortacircuitos (reemplazar si es necesario)			Fecha de reemplazo:
<b>Bombas Diesel - Inspección y mantenimiento Mensual</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Dar servicio al filtro de combustible			
Limpiar o cambiar el respirador de la caja de aceite			
Limpiar y revisar el colador de agua			
Inspeccionar el aislamiento y peligros de incendio			
Inspeccionar y revisar excoiación de los cables o alambres donde estén sujetos a movimiento			
Inspeccionar la sección del tubo de escape flexible			
revisar y probar la operación de seguros y alarmas			
Limpiar cajas, tableros y gabinetes			
Sistema dejado en servicio			

Tabla 7 Inspección semanal de bombas

3.4.8 Inspección anual de sistema hidráulico

<b>Inspección Anual del Sistema Hidráulico</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Manómetro de presión de succión			[psi]
Manómetro de presión en la descarga			[psi]
Presión de arranque de la bomba			[psi]
Válvulas de control de la línea de succión fijas abiertas			
Válvulas de control de la línea de descarga fijas abiertas			
Válvulas de la línea de derivación fijas abiertas			
Todas las válvulas de control accesibles			
Depósito de succión lleno			
Empaques del eje goteando agua adecuadamente			
Sistema libre de vibración o ruido inusual			
Cajas de empaquetadura y cojinetes libres de calentamiento			

Tabla 8 Inspección anual de sistema hidráulico

3.4.9 Inspección anual de sistema de motores diesel

<b>Inspección Anual del sistema de Motores Diesel</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Tanque diesel lleno al 100%			
Baterías completamente cargadas			
Cargador de baterías funcionando adecuadamente			
Bornes de baterías limpios			
Estado de cargas de baterías revisado			
Luces piloto de baterías "ON"			
Luces piloto de falla de baterías "OFF"			
Nivel de electrolitos en baterías normal			
Todas las luces piloto de alarma "OFF"			
Indicador de tiempo de operación del motor registra la operación de la bomba debidamente			
Nivel de aceite del motor lleno			
Nivel de agua del motor diesel lleno			
Manguera de agua del motor diesel en buen estado			
Filtro de malla de la línea de enfriamiento limpio			
Válvula solenoide operando correctamente			
Cojinetes y válvulas lubricados			
Arranque automático y funcionamiento de 30 minutos semanalmente y registrar resultados			
Prueba semanal de temporizador de temporizador automático usado para el procedimiento de arranque			
Tiempo requerido para que el motor arranque			[min] [seg]
Tiempo requerido para alcanzar la velocidad de funcionamiento			[min] [seg]
Observaciones mientras el motor funciona	--	--	
Presión de aceite			[psi]
Indicador de velocidad			[rpm]
Temperatura del agua			[°F]
Temperatura del aceite			[°F]
Bomba operacional sin anormalidades			
Permutador térmico de enfriamiento de flujo de agua, normal			
Procedimiento de prueba de la bomba realizado correctamente			

Tabla 9 Inspección anual de sistema de motores diesel

### 3.4.10 Prueba de motor diesel secundario

(Mientras el sistema está en funcionamiento, apagar manualmente el motor primario y observar el comportamiento del sistema secundario)			
<b>Prueba de Motor Diesel Secundario</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Arranque automático y funcionamiento de 30 minutos semanalmente y registrar resultados (no se requiere flujo de agua)			
Prueba de temporizador automático usado para el procedimiento de arranque			
Tiempo requerido para que el motor arranque			[min] [seg]
Tiempo requerido para alcanzar la velocidad de funcionamiento			[min] [seg]
Observaciones mientras el motor funciona	-	-	
Presión del aceite			[psi]
Indicador de velocidad			[rpm]
Temperatura del agua			[°F]
Temperatura del aceite			[°F]
Bomba sin anormalidades			
Permutador térmico de enfriamiento de flujo de agua, normal			
Procedimiento de prueba de la bomba realizado satisfactoriamente			

Tabla 10 Prueba de motor diesel secundario

3.4.11 Prueba de monitores refrigerantes de estanques (5 en total)

(Abrir llave se paso de monitor a prueba uno por uno por separado)			
<b>Funcionamiento de Red</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	
Funcionalidad de válvula de paso del monitor			
Flujo de agua en el monitor			[gpm]
Presión en manómetro del monitor			[psi]
Sistema de movimiento automático			
Sistema de movimiento manual			
Fugas en el monitor			
Funcionalidad de válvula de cierre del monitor			
Monitor cerrado			

Tabla 11 Prueba de monitores refrigerantes de estanques



## **CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ESTUDIO ECONÓMICO**



## 4.1 EVALUACIÓN TÉCNICA

Para realizar la evaluación técnica de la implementación del plan de mantenimiento es necesario considerar ciertos parámetros de la planta, que van desde las horas de uso de la red, hasta el personal que realiza las labores de mantenimiento.

Con este plan de mantenimiento se busca dejar un historial de mantenimiento y también dejar reflejada cada acción realizada sobre este, ya que hasta el momento el mantenimiento se realiza según rutina desarrollada por el mecánico de planta sin dejar nota de nada, dando importancia indispensable al mecánico actuar dándole una característica irremplazable dentro de la planta.

Ahora gracias a este plan de mantenimiento desarrollado con planillas de rutinas de inspección, el mantenimiento podrá ser realizado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos sobre mecánica.

### 4.1.1 Beneficios obtenidos por la planificación del mantenimiento

- Mayor organización de tiempos
- Organización de orden de tareas de inspección
- Paso a paso detallado de pruebas de secciones de la red
- Mejora las condiciones de seguridad tanto para la red contra incendios como para el personal encargado de mantenimiento.

### 4.1.2 Capacidad técnica

Cuando se habla de capacidad técnica, se hace referencia al personal competente y debidamente instruido para realizar las distintas labores dentro de la empresa. Debido a que la planta consta de un mecánico de planta, no es necesario contratar personal adicional para estas tareas, ya que el fin de estas planillas fue organizar y dejar en forma concreta las tareas y rutinas diarias de este trabajador, esto con el fin de reducir tiempos de trabajo y tipo de acción a efectuar, así como también comodidad del trabajador, lo que radica en un mejor desempeño personal por efectos motivacionales.

#### 4.1.3 Gestión de insumos

Aunque solo son rutinas de inspección, también tienen secciones en donde se debe dejar registrado algún reemplazo de elementos, pero debido a que estas tareas las realiza la empresa contratista, no es necesario tener stock de insumos, ya que esta red se usa en su gran parte para pruebas de funcionamiento, y no para producción, por lo que en gran parte del tiempo se encuentra detenido el sistema, sin necesidad de dejar de producir para poder hacer algún tipo de intervención.

Solo a excepción de un solo instrumento que es la el termómetro remoto digital, el cual sirve para medir temperaturas a distancia. En este caso se usa para corroborar si realmente el reloj la temperatura del motor en funcionamiento está calibrado correctamente.



Figura 4 - 1 Termómetro a distancia midiendo temperatura de equipo.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 Bitácoras de mantenimiento

Ya que puede que haya cambio de personal en algún momento o que la empresa contratista sea distinta a la de la última mantención, en cada planilla existe una sección de comentarios en donde se registra con fechas cada intervención que se le realizó al sistema contra incendios, para que así el personal tenga conocimiento del historial de los componentes de dicha red.

#### 4.1.5 Stock de repuestos

Este sistema consta de 2 bombas (primaria y secundaria), de las cuales funciona solo una (primaria), y al presentar cualquier tipo de falla, parte la bomba secundaria ofreciendo mayor confiabilidad al momento de su utilización.

Además, la mayoría del tiempo este sistema está detenido, ya que solo se utiliza para pruebas e inspecciones, lo que quiere decir que si hay que hacer algún tipo de intervención no es necesario dejar de producir, por ende no son equipos críticos para la planta, lo que quiere decir que no es necesario disponer de algún tipo de stock de repuestos, ya que al constar de dos alternativas de equipos nos brinda un tiempo de funcionamiento mientras se repara la bomba que falló mientras la empresa contratista recurre a la planta para realizar intervenciones cuando se les solicita en caso de que en alguna inspección se encuentre alguna anomalía y ellos son los encargados de gestionar los repuestos necesarios para reparar algún tipo de falla.

#### **4.2 EVALUACION ECONOMICA PARA LA RED CONTRA INCENDIOS**

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, dentro del ámbito de los repuestos, estos serán gestionados por la empresa contratista, por lo que ese gasto va dentro de la orden de trabajo de dicha empresa, por lo cual no se considera dentro de esta propuesta de plan de mantenimiento.

En cuanto a personal para realizar estas tareas, se le asignarán estas tareas al mecánico de planta, realizándose una inducción para la correcta aplicación de este plan de mantenimiento, con lo cual realizará el mismo trabajo que lleva haciendo en todo este tiempo, pero de manera ordenada y concreta, explicado paso a paso, debiendo dejar registro de cada actividad realizada en cada inspección diaria, semanal, semestral y anual.



## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES**



## 5.1 CONCLUSIONES

Compañía de Petróleos de Chile S.A., es una empresa distribuidora de combustibles chilena.

La planta Copec Chillan es la tercera más grande de Chile debido a la cantidad de producto que esta maneja diariamente, los cuales son un promedio de 3 millones de litros de combustible al día, por lo cual, asume los riesgos asociados a la manipulación de los productos que distribuye y comercializa. Es por esto que constan de sofisticados sistemas tecnológicos para sus operaciones y de seguridad, que en este caso es el sistema contra incendios.

Como es mencionado en el presente documento, el sistema contra incendios, es una red indispensable para la planta en el momento de cualquier emergencia. Dentro de los beneficios que nos brinda este sistema está el que otorga seguridad para el personal que realiza actividades dentro de esta planta y para los sectores aledaños a esta.

Dentro de las políticas productivas de la empresa está el orden, tanto de sus actividades productivas como en el mantenimiento constante efectuado en sus procesos, entre otras. Es por esto que la generación del plan de mantenimiento del sistema contra incendios, es esencial para mantener los altos estándares de seguridad evitando al máximo la tasa de fallas ocurridas en algún tipo de emergencia.

La planificación del mantenimiento para la red contra incendio fue solicitada puesto no existía algún tipo de orden para el mantenimiento de este sistema y había estado así desde que se implementó dentro de la planta y uno de los principales requerimientos por el cual fue necesaria la implementación es porque se necesitaba un catastro de los elementos de recambio y para ordenar las actividades de mantenimiento. Para solucionar el problema fue necesario indagar en la norma “NFPA 25”, la cual es la que rige todos los sistemas contra incendios para la correcta disponibilidad y funcionamiento de estos.

La implementación del plan de mantenimiento entrega como principales beneficios:

- Información sobre acciones periódicas a realizar en función de los elementos involucrados.
- Constancia de registro sobre las actividades realizadas.
- Mayor orden de realización de actividades.
- Mayor confiabilidad del sistema contra incendios.
- Establecer con anticipación órdenes de trabajo para la empresa contratista.

## 5.2 RECOMENDACIONES

La elaboración de un plan de mantenimiento de cualquier tipo de instalación industrial, es decir, la determinación del conjunto de tareas de carácter preventivo que es necesario realizar en la instalación basándose en lo indicado por los fabricantes en los manuales de operación y mantenimiento de cada uno de los equipos o por normas que rigen el correcto mantenimiento y supervisión de los equipos que la componen, es la forma más confiable, confortable y habitual de elaborar un programa de mantenimiento. El hecho de que sea confortable no quiere decir que sea sencilla, ya que en primer lugar hay que conseguir recopilar todas las instrucciones técnicas, y esto no siempre es fácil. En segundo lugar, para este tipo de instalación, se requiere cumplir con las exigencias de la norma NFPA 25, la cual es una norma muy estricta, la cual está encargada de regir todo lo que es sistemas contra incendios a base de agua. De acuerdo a esta norma, hay que ir adaptando planillas de acuerdo a las instalaciones de la planta en la cual se desarrolla el plan de mantenimiento.

### 5.2.1 Stock de repuestos

En la sala de bombas se encuentran 2 motobombas (primaria y secundaria), las cuales constan de diversos elementos rotativos, los cuales de mayor desgaste son rodamientos y sellos en los ejes de estas bombas.

Esta planta no consta de un stock de este tipo de repuestos para estos equipos ya que de eso se encarga una empresa contratista externa, por lo cual no se tiene conocimiento de los tipos de rodamientos ni sellos.

Se recomienda gestionar al menos el stock de los elementos mencionados anteriormente, para que en caso de incendio y se presente una falla del sistema, no prescindir de dicha empresa externa, ya que ellos no se encuentran todo el tiempo dentro de la planta, por lo cual requiere un tiempo de respuesta que puede ser perjudicial para este tipo de situaciones.

### 5.2.2 Red de espuma

Paralelo a la red de agua existe dentro de la planta un sistema contra incendio a base de espuma, la cual de crucial importancia en situaciones de incendio dentro de la planta, sobre todo con derrames, el cual se usa solo en caso de incendio a diferencia del sistema de

agua que se utiliza también para refrigerar estanques. La red de espuma, no consta de plan de mantenimiento.

Se recomienda generar un plan de mantenimiento en base al presente trabajo ya que se componen de elementos muy similares.

## **BIBLIOGRAFÍA**

NFPA 25 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua. 2002

DECRETO 160 Combustibles

## **LINKOGRAFÍA**

Sitio oficial COPEC Chile < <https://ww2.copec.cl/>>

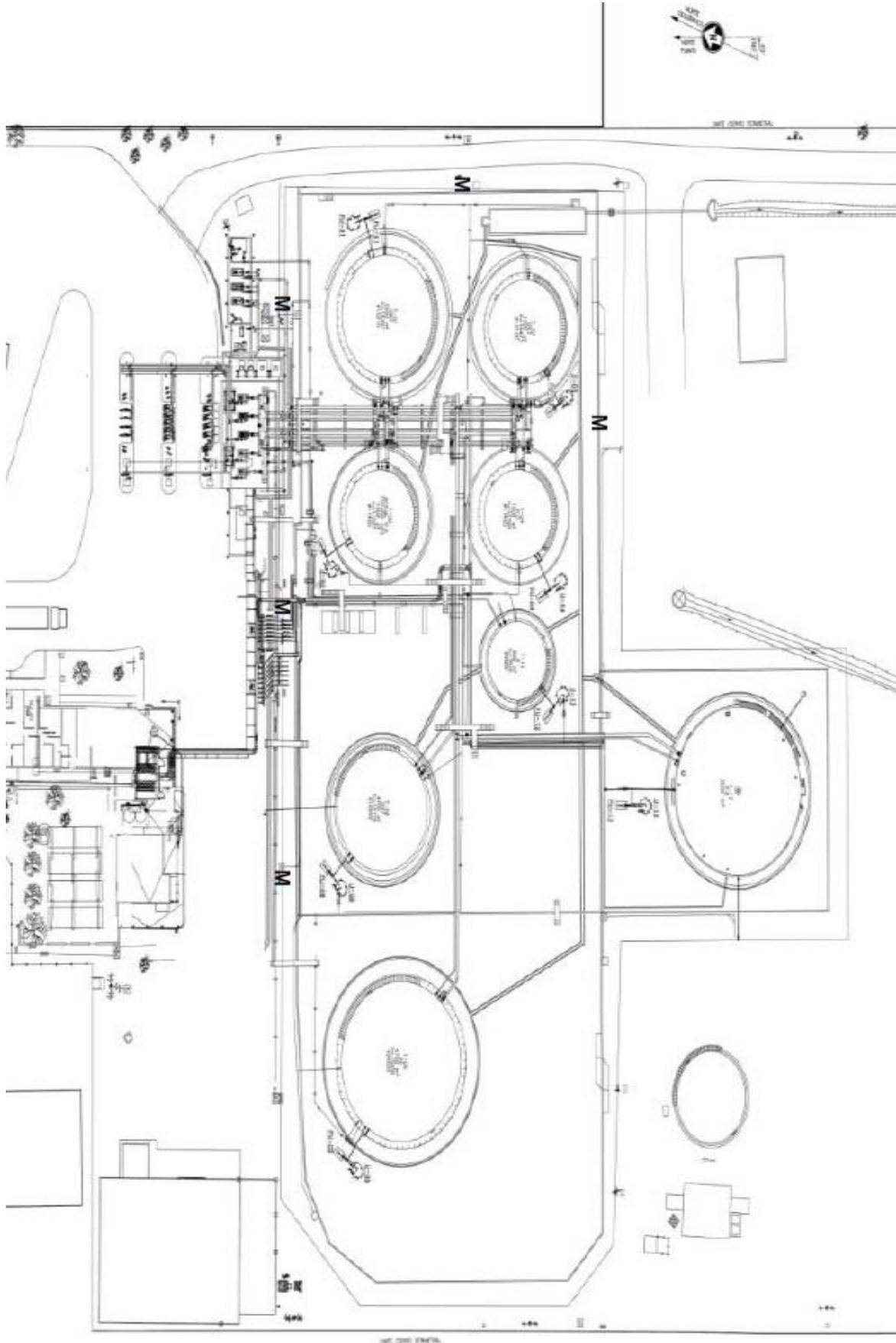
Modificaciones de decreto 160 de combustibles <<https://vlex.cl/tags/decreto-160-combustibles-3478474>>

Bombas de agua < <https://definicion.de/bomba-de-agua/>>

Norma NFPA 25 < <https://es.slideshare.net/erikpatterson940/nfpa-25-inspeccion-prueba-y-mantenimiento-de-sistemas-de-proteccion-contra-incendios-a-base-de-agua-2002pdf>>

## ANEXOS

### ANEXO 1 PLANO DE LA PLANTA CON ESQUEMA DE LA RED CONTRA INCENEDIOS



**ANEXO 2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANTERIOR**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
 BOMBA N° :  
 PLANTA : CHILLAN  
 REVISO :

---

**FECHA**

---

ITEM	CADA	CADA	CADA	CADA	OBSERVACIONES
	SEMANA	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	
INSPECCION GENERAL	X				
PARTIDA SEGUN NFPA 20 - 15 Minutos	X				
CANTIDAD DE PARTIDAS DE BBA JOKEY	X				
PRESION DE ACEITE (35-70 PSI)	X				
TEMPERATURA REFRIGERANTE (70-93 C)	X				
NIVEL DE ACEITE (MOTOR DETENIDO 10m)	X				
NIVEL ESTANQUE DE DIESEL (MAXIMO)	X				
NIVEL LIQUIDO REFRIGERANTE	X				
TUBO DE ESCAPE	X				
INSTRUMENTOS DEL PANEL	X				
OPERACION DE CALEFACTORES ELECT.	X				
CAÑERIA DE AGUA DE REFRIGERACION	X				
NIVEL ELECTROLITO DE BATERIAS	X	C			
ESTADO DE CAÑERIAS DE DIESEL		X			
CONTACTOS Y CABLES DE ALTERNADOR		X			
CONTACTOS PARA PARTIDA MANUAL		X			
CORREAS DE MOTOR		X			
FILTRO DE AIRE		X	R		
INSPECCION VISUAL DE CABLES ELECT.			X		
TUBO DE VENTEO DEL CARTER			X		
FILTRO DE ACEITE Y DIESEL			R		
ACEITE LUBRICANTE			R		
LIQUIDO REFRIGERANTE				R	
SISTEMA DE INYECCION				C	

NOMENCLATURA: X. VERIFICAR C. LIMPIAR R. REEMPLAZAR  
 NOTA: 1- EL CATALOGO DE MANTENCION ESTA EN PODER DEL JEFE DE PLANTA  
 2- LA MANTENCION SEMANAL SE EFECTUARA DURANTE LA PARTIDA SEMANAL DE LAS BOMBAS