

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTIAGO – CHILE



PROPUESTA DE MEJORA DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA RED CONTRA
INCENDIOS DE PLANTA ENVASADORA DE
GAS LICUADO

JAVIERA ANDREA MUÑOZ SEPULVEDA

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MECÁNICO MENCIÓN PRODUCCIÓN

PROFESOR GUÍA: MG.ING. EUGENIA TORRES

PROFESOR CORREFERENTE: MG. ING. LUIS GUZMAN

2021

RESUMEN

Motivada por la necesidad de una empresa de GLP de llegar a estándares internacionales en seguridad contra incendios, nace la propuesta de un plan de mantenimiento para la Red Contra incendios de la planta. El presente trabajo se contextualiza en una empresa de gas licuado de petróleo. La empresa es una sociedad anónima dedicada a la industria del GLP con una producción de 279 toneladas de GLP, cuenta con 23 Oficinas de ventas y distribución, 8 plantas de almacenamiento y envasado a lo largo de Chile.

Existe un área de mantenimiento, encargado de mantener en óptimas condiciones de operación los equipos de la planta incluida la red de incendios.

En todas las plantas de la empresa se está buscando la estandarización del mantenimiento. Sin embargo, aún la implementación se encuentra en marcha blanca y no está desarrollada en su totalidad.

El objetivo general de este trabajo es proponer un Plan de Mantenimiento basado en criticidad para la red contra incendios de la planta GLP Maipú, proveyendo un sistema de gestión documentado para la calificación de los equipos, requerimiento de datos, determinación de probabilidad y consecuencia de fallas y asignación de tareas de mantenimiento.

Para comenzar, se realizó el estudio de la definición del concepto de Riesgo y una base para su tratamiento como lo es la norma chilena ISO 31010. Esta norma dicta las directrices de la gestión, indicando una forma general de identificación, análisis, evaluación y tratamientos de los riesgos. Se toma como referencia esta norma desde donde aparece la norma API 580 y la metodología de Mantenimiento basada en Riesgo.

Luego se hizo necesario la realización de un levantamiento de información acerca de la red para formular un diagnóstico de la red, posteriormente un conocimiento del marco estratégico del área de mantenimiento, la organización del departamento, y los procedimientos de mantenimiento realizados actualmente, se sigue con la determinación de equipos y

componentes críticos según los parámetros relevantes para la empresa, obteniendo el valor general de riesgo asociado a cada componente.

Finalmente, se elabora la propuesta del Plan de Mantenimiento basado en la criticidad de los componentes que incluye tarjetas de mantenimiento, planificación de tareas y planes individuales por componente de la red con la finalidad de mejorar el plan actual de mantenimiento y acercarse a los requerimientos de la normativa.

ABSTRACT

Motivated by the need of a LPG company to reach international standards in fire safety, the proposal for a maintenance plan for the plant's Fire Protection Network was born. This work is contextualized in a liquefied petroleum gas company. The company is a public limited company dedicated to the LPG industry with a production of 279 tons of LPG, it has 23 sales and distribution offices, 8 storage and packaging plants throughout Chile.

There is a maintenance area in charge of keeping the plant equipment, including the fire network, in optimal operating conditions.

Maintenance standardization is being sought in all the company's plants. However, the implementation is still in a white gear and is not fully developed.

The general objective of this work is to propose a Maintenance Plan based on criticality for the fire network of the Maipú LPG plant, providing a documented management system for the qualification of the equipment, data requirements, determination of probability and consequence of failures. and assignment of maintenance tasks.

To begin with, a study was carried out on the definition of the concept of Risk and a basis for its treatment, such as the Chilean standard ISO 31010. This standard dictates the management guidelines, indicating a general form of identification, analysis, evaluation and treatment. of the risks. This standard is taken as a reference from where the API 580 standard and the Risk-based Maintenance methodology appear.

Then it was necessary to carry out a survey of information about the network to formulate a diagnosis of the network, subsequently a knowledge of the strategic framework of the maintenance area, the organization of the department, and the maintenance procedures currently carried out, it is followed with the determination of critical equipment and

components according to the relevant parameters for the company, obtaining the general risk value associated with each component.

Finally, the Maintenance Plan proposal based on the criticality of the components is prepared, which includes maintenance cards, task planning and individual plans per network component in order to improve the current maintenance plan and approach the requirements of the normative.

GLOSARIO

GLP: Gas Licuado del Petróleo

KPI : Key Performance Indicator

m : Metro

m3 : Metro cúbico

mm : milímetro

NCh : Normas Técnicas Chilenas

NFPA: National Fire Protection Association

RH : Red Húmida

RS : Red Seca

API: American Petroleum Institute

RBM: Mantenimiento basado en riesgo

TABLA DE CONTENIDO

Objetivos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.	13
Situación.....	14
Definición del Problema.....	15
Alcance del Proyecto.....	15
Metodología.....	16
Levantamiento de Componentes del RCI.....	16
Análisis de criticidad.....	16
Estudio de actividades existentes y de normas NFPA.....	17
Elaboración plan de mantenimiento.....	17
Evaluación económica.....	17
Contexto de la empresa.....	18
1.1. Breve reseña de la empresa.....	18
1.2. Marco Estratégico de la empresa.....	19
1.3. Antecedentes Planta.....	19
2. Estado del Arte.....	21
2.1. Red Contra Incendios.....	21
2.1.1. Definición.....	21
2.1.2. Generalidades.....	21
2.1.3. Tipos de incendios.....	22
La NFPA 10:5:2 clasifica los incendios según el tipo de combustible en 5 clases:.....	22
2.1.4. Agentes extintores.....	22
2.1.5. Extintores.....	24

2.1.6.	Tipo de red.....	24
2.1.7.	Mantenimiento.....	24
2.1.8.	Mantenimiento basado en riesgo (RBM).....	28
2.1.9.	Gestión del mantenimiento.....	29
2.1.10.	Riesgo	30
2.1.11.	Criticidad	32
2.1.12.	Noma ISO 31000	33
2.1.13.	Normas NFPA.....	34
2.1.14.	Normativa Vigente en Chile	35
3.	Levantamiento información.....	36
3.1.	Diagnostico situacional de la planta	36
3.2.	Listado de equipos del sistema contra incendios.	38
3.2.1.	Planos Hidráulicos planta envasadora de GLP.....	42
a.	ALIMENTACIÓN ESTANQUE DE AGUA.....	44
b.	ESQUEMA LÍNEAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS	45
3.2.2.	Organización mantenimiento planta.....	47
3.3.	Condición actual del Mantenimiento	48
3.3.1.	Actividades realizadas actualmente.....	48
3.4.	Conclusiones Respecto al Análisis Situacional	49
4.	Análisis de Criticidad	50
4.1.1.	Matriz de Criticidad.....	50
4.1.2.	Descripción y Función.....	52
4.1.1.	Estructura.....	54
4.1.2.	Análisis	55
4.1.3.	Gráfico.....	63

4.1.4.	Conclusiones del análisis de criticidad.....	64
4.1.5.	Codificación de equipos	64
5.	Nuevo plan de mantenimiento.....	68
5.1.	Plantilla Excel con Cláusulas NFPA	68
5.2.	Plan de mantenimiento.....	70
5.2.1.	Mantenimiento de bombas.....	72
5.2.2.	Check list de tareas periódicas.....	73
5.2.3.	Cronograma de Actividades	76
5.3.	Análisis preliminar de costos	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3: Esquema de envasado y distribución GLP. Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos.	20
Ilustración 4: Clasificación de fuegos.	24
Ilustración 5: Segregación en grupos mantenimiento en grupos mantenimiento. Fuente: Pistarelli [4]	25
Ilustración 6: Metodología para realizar planes de mantenimiento. Fuente: [6]	29
Ilustración 7: Interacción de los distintos sectores de la organización para cumplir objetivos. Fuente: Pistarelli [4]	30
Ilustración 8: Matriz Cualitativa de riesgo Fuente: API [8]	31
Ilustración 9: Método cualitativo de análisis de criticidad.	33
Ilustración 10: Red Contra Incendios completa. Fuente: Planta Maipú.	37
Ilustración 11: Plano hidráulico planta. Fuente: Empresa.	43
Ilustración 12: Esquema bomba sumergida estanque de agua. Fuente: Elaboración propia.	44
Ilustración 13: Esquema sala de bombas Red Contra Incendios. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 14: Organigrama área mantenimiento.	47
Ilustración 15: Resumen valores criticidad activos.	62
Ilustración 16: Gráfica de criticidad en sistema Contra Incendios, basado en modelo de riesgo	63
Ilustración 17: Taxonomía Fuente: ISO 14224.	64
Ilustración 18: Extracto planilla Excel de la norma NFPA 25 con prueba, inspección y mantenimiento	69
Ilustración 19: Extracto Calendario de actividades para el RCI.	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 2: Listado de componentes RCI	39
Tabla 3: Continuación listado de componentes	40
Tabla 4: Características bomba sumergida en pozo de agua.	44
Tabla 5: Probabilidad de ocurrencia de incidentes.	50
Tabla 6: Categorías para la evaluación de las consecuencias.....	51
Tabla 7: Jerarquización para la matriz de riesgos.....	52
Tabla 8: Matriz de Criticidad.....	52
Tabla 9: Lista de componentes pertenecientes a SCI.	54
Tabla 10: Cuantificación de parámetros críticos piscina de agua RCI.....	56
Tabla 11: Cuantificación de parámetros críticos Piping General RCI	56
Tabla 12: Cuantificación parámetros de criticidad bomba RCI	57
Tabla 13: Cuantificación de parámetros Estanque Diesel RCI.	59
Tabla 14: Cuantificación de parámetros críticos Sistema eléctrico RCI.	60
Tabla 15: Cuantificación parámetros críticos para Grifos/Monitores/Aspersores RCI.....	61
Tabla 16: Codificación plantas a lo largo de Chile.	65
Tabla 17: Codificación de áreas de la planta.	66
Tabla 18: Codificación de Equipos SCI.....	66
Tabla 19: Codificación de componentes menores SCI.....	67
Tabla 20: Cantidad de actividades a realizar.	71
Tabla 21: Tarjeta de mantenimiento anual bomba principal RCI.	72
Tabla 22: Tarjeta mantenimiento semanal bomba principal.	73
Tabla 23: Check list bomba principal semanal.....	74
Tabla 24: Check list trimestral bomba principal	75
Tabla 25: Detalle valor HH por tipo de tarea.	76
Tabla 26: Costos Plan de mantenimiento	77

Introducción

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (2015), denomina protección contra incendios al “conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego”. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas.
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

La NPFA 2019, define un sistema de protección contra incendios como “Cualquier dispositivo o sistema de alarma contra incendios o dispositivo de extinción de incendios o sistema, o una combinación de ellos, que está diseñado e instalado para detectar, controlar o extinguir un incendio o alertar a los ocupantes, o al departamento de bomberos, o ambos, que ha ocurrido un incendio”. [1]

Existen medidas para protegerse contra incendios, las cuales pueden ser clasificadas como:

- Medidas Pasivas: Corresponde a un conjunto de características físicas y elementos que debe poseer un edificio o recinto, para evitar las pérdidas o daños de bienes y personas, que puedan ser producidas por un incendio, impidiendo que el fuego se propague y/o permitiendo la evacuación de estas.
- Medidas Activas: Corresponde al conjunto de equipos, sistemas y medios instalados para evitar la extinción del incendio.

Objetivos

Objetivo General

Generar una táctica de mantenimiento para la red contra incendios de una planta industrial que cumpla con la normativa vigente y sea capaz de ofrecer seguridad a la planta envasadora de gas en caso de que exista una fuga.

Objetivos Específicos.

- I. Realizar un levantamiento de los componentes de la red contra incendios de la planta.
- II. Realizar un análisis de criticidad los equipos de la red.
- III. Reconocer las actividades de mantenimiento que se realizan dentro de la planta y contraponerlas con las indicadas en la NPFA 25, con el fin de integrar las tareas según requerimientos de los componentes.
- IV. Elaborar un plan de mejora en el mantenimiento indicando los cambios necesarios en la estrategia de mantenimiento, que este conforme a las necesidades de la planta.
- V. Efectuar un análisis preliminar de costos de la implementación del plan de mantenimiento

Situación

El GLP se compone de un subproducto de gases que pueden ser licuados fácilmente para ser transportados, se trata del gas butano y propano, siendo un tipo de combustible limpio, eficiente y seguro.

Se dice que es una energía limpia, ya que al ser usada reduce las emisiones de partículas tan al interior como exterior de los hogares e industrias en comparación al petróleo Diesel, el fueloil de calefacción y combustibles sólidos con una mayor huella de carbono.

Su eficiencia se debe a que su poder calorífico unitario esta sobre cualquier otro combustible, además puede ser transportado por ferrocarril, carretera o mar sin grandes infraestructuras de tuberías. Es seguro y de fácil almacenamiento en tanques y cilindros además posee un odorizante que permite la detección de fugas.

En Chile, el GLP es utilizado por 5.387.140 viviendas de un total de 6,28 millones de viviendas [2]. La preferencia se debe a las ventajas que se mencionan anteriormente, además que con frecuencia es el único combustible que llega a comunidades alejadas, isleñas o situadas a gran altura por su facilidad de transporte.

La planta industrial donde se desarrolla el trabajo pertenece a una de las tres marcas distribuidoras de gas en Chile. Es la planta envasadora y distribuidora de GLP con mayor capacidad de la red de distribución.

La planta cuenta con dos edificios, además posee dos mesas de llenado de cilindros de gas, tanques de almacenamiento de GLP y una zona de carga de GLP a camiones granel. La cantidad de personal que diariamente transita en el lugar son unas 500 personas.

En este tipo de centro de producción donde se trabaja con combustibles es fundamental que se cuente con una red de incendios (RCI) capaz de contener, controlar y disipar fugas de gas con o sin llamas, para de esta manera, evitar que la fuga de gas alcance lugares donde exista la posibilidad de encontrar un punto de ignición, principalmente las áreas de oficinas y otros edificios de características similares.

Definición del Problema

La empresa, una distribuidora y envasadora de gas licuado de petróleo, busca llegar a estándares internacionales de seguridad contra incendios en el diseño de sus instalaciones. Para ello, la empresa está realizando una importante inversión en equipos de protección contra incendios, los cuales pueden ofrecer una protección adecuada a las instalaciones. Sin embargo, además de llevar a cabo la implementación de nuevos equipos, es necesario mejorar y sistematizar las políticas corporativas de seguridad contra incendios, para que el proceso de modernización y readecuación sea efectivo y continuo. Es en este punto donde es necesaria la implementación de una mejora del plan de mantenimiento.

Alcance del Proyecto

El alcance de este trabajo consiste en el desarrollo de una propuesta de mejora en el plan de mantenimiento de la red contra incendios, con la finalidad de tener una red operativa que sea autosuficiente, siendo capaz de controlar una emergencia de manera eficaz y efectiva, sin generar mayores riesgos al personal, daños a la instalación e interrupción de la producción. Dentro de la mejora se incluye el cumplimiento de la NFPA 25, norma que entrega las directrices para el mantenimiento y operación de una red contra incendios a nivel internacional.

Adicional al plan se entrega un análisis preliminar con los costos de la implementación del plan dentro de la planta.

Metodología

Siguiendo los objetivos se utiliza la siguiente metodología para lograrlos.

Levantamiento de Componentes del RCI

En la primera etapa se elabora un listado de componentes del sistema de protección contra incendios existe en la planta. Para ello se recoge información de la red de incendios, sistema de suministro de agua, sistemas de protección fijos y la administración general de la protección contra incendios, esto se complementa con declaraciones del personal del área de mantenimiento, además de un recorrido por las instalaciones.

Para cada componente se registran sus características principales y cantidades existentes en la red. Estas se corroboraron con las fuentes de información que maneja el área de mantenimiento, manuales, planos y testimonios de los mantenedores.

Adicional a lo anterior, se harán visitas a terreno en la planta, con el fin de conocer más a fondo las personas que componen el equipo de mantenimiento y las actividades que desarrollan, para tener una visión holística de la situación actual de mantenimiento y poder encontrar posibles mejoras.

Análisis de criticidad

A partir de la información recolectada de los componentes del RCI, se realiza una descripción funcional de los componentes menores, que incluye la falla funcional por componente pertenecientes al RCI.

Para determinar la criticidad se debe seleccionar una herramienta apropiado para obtenerla, el cual debe contener los parámetros que involucran la probabilidad y el riesgo asociado. La mejor herramienta cualitativa que permite cuantificar el nivel de criticidad es un análisis de criticidad el cual mediante una matriz multiplica el impacto por la probabilidad de ocurrencia obteniendo el riesgo relativo, es decir, la criticidad del activo.

Este método se utiliza para asegurar que las actividades de mantenimiento y de operación estén siempre enfocadas en los activos más críticos teniendo una mejor distribución de recursos, por ende, una Red en su totalidad operativa al momento de ser necesario su uso.

Estudio de actividades existentes y de normas NFPA

Se deben estudiar los estándares NFPA aplicables al proyecto, con la finalidad de determinar las practicas exigidas en la norma. Una vez adquirido el conocimiento se contraponen con las actividades realizadas en la planta, así poder establecer las brechas existentes con la norma.

Una vez seleccionado los puntos donde existe alguna diferencia son utilizados para el desarrollo de un futuro plan y estrategia en el mantenimiento, donde se detallan actividades e inspecciones aplicables a los estándares deseados de ejecución y modificaciones a corto-mediano plazo.

Elaboración plan de mantenimiento

Una vez que se obtienen los valores de criticidad para cada elemento, sumado al estudio e información recaudada anteriormente, se procede a desarrollar un plan de mejora tanto en la gestión como en el desarrollo de las actividades en el RCI de la planta.

El plan incluye un listado de actividades periódicas, externalización de alguna de las actividades a empresas competentes en el rubro y recomendaciones en el área humana para un mejor desarrollo de la gestión.

Evaluación económica

Por último, para cada plan de mantenimiento de los componentes se realizó una evaluación preliminar económica, a partir de la cual se estimó el potencial económico implementable del plan completo en la planta en corto y mediano plazo.

Capítulo 1

Contexto de la empresa

En el primer capítulo se describe una pequeña reseña de la empresa y presentación de su estrategia de negocio.

1.1. Breve reseña de la empresa

La empresa es una sociedad anónima dedicada a la industria del GLP con más de 60 años en el rubro cuenta con 23 Oficinas de ventas y distribución, 8 plantas de almacenamiento y envasado a lo largo de Chile. Esta presente con gas envasado en Arica y desde Copiapó a Coyhaique (incluido Isla de Pascua).

Esta empresa comercializa y distribuye GLP envasado, mezcla comercial, en formato de 5, 11,15 y 45 kilos para uso residencial principalmente y, en menor cantidad, para clientes comerciales e industriales. Además, comercializa gas envasado en cilindros para grúa horquilla.

El mercado nacional de gas licuado envasado fluctúa en las 717 mil toneladas, de las cuales la empresa participa con 39%, es decir, unas 280 mil toneladas desde la XV a la XI región. El mayor mercado se concentra en la región metropolitana quien consume un 47% del mercado nacional del cual la planta Maipú distribuye un 40%.

1.2. Marco Estratégico de la empresa

El marco estratégico de la empresa es el conjunto de la misión, Visión y los valores, estos se pueden obtener de la página oficial de la empresa. [7]

Misión

“Ser los mejores en gas licuado y otras energías limpias, preferidos por cada vez más personas en todos los territorios donde operemos.”

Visión

“Somos un equipo apasionado que, en conjunto con una red de distribución, trabajamos para entregar un servicio innovador, seguro y de excelencia, que facilita y mejora la vida de nuestros clientes.”

Valores

Seguridad, pasión clientes, servicios, hacer las cosas bien, equipo.

1.3. Antecedentes Planta

La planta Maipú perteneciente a una de las mayores empresas de gas licuado del país, es una planta envasadora de cilindros de GLP. Entro en funcionamiento el año 1964 con equipos de llenado automático de cilindros. Junto a su construcción se instaló una red contra incendios, con el transcurso de los años ha aumentado la demanda, por lo que se ha visto obligada a crecer y modernizarse sufriendo modificaciones en las instalaciones, junto a ello la red de incendios ha tenido que expandirse por nuevas áreas.

El proceso de envasado de la planta consiste en 7 pasos:

- Inspección
- Tara de Cilindros
- Llenado
- Control contenido neto
- Detección de Fugas
- Sellado
- Almacenamiento

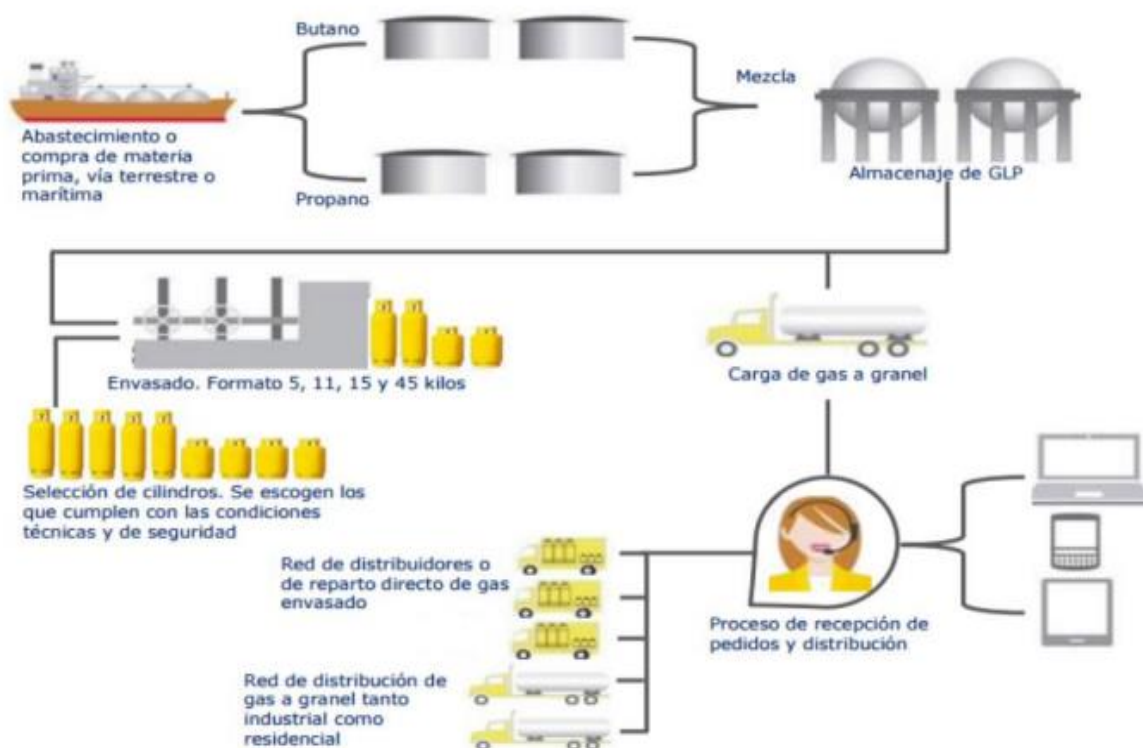


Ilustración 1: Esquema de envasado y distribución GLP. Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Capítulo 2

2. Estado del Arte

2.1. Red Contra Incendios

2.1.1. Definición

Una Red Contra Incendio es un sistema hidráulico que tiene la finalidad única de combatir posibles incendios que pueden originarse dentro de un recinto específico. Estas redes están compuestas por un sistema de bombeo de agua, almacenamiento de agua, líneas de distribución, equipos de detección de humo o fuego y elementos de supresión.

2.1.2. Generalidades

Un incendio se define según la NFPA (2018) como “Un proceso de oxidación rápida, que es una reacción química, dando como resultado la evolución de la luz y de calor, y la combustión de productos”.

La protección contra incendios ha dado grandes pasos en el desarrollo de la industria de la construcción comparables con las otras profesiones. A comienzos del siglo veinte las conflagraciones eran de común ocurrencia en las ciudades. En los últimos años, el mayor conocimiento del comportamiento del fuego y del diseño de construcción hizo posible construir los edificios de maneras que los incendios se pudieran confinar en el edificio de origen y no en toda la manzana o en áreas mayores. El progreso en el campo de protección contra incendios ha continuado y así, actualmente hay conocimientos que permiten limitar un incendio agresivo al recinto de origen y aun a subdivisiones los espacios más pequeños de una estructura.

2.1.3. Tipos de incendios

La NFPA 10:5:2 clasifica los incendios según el tipo de combustible en 5 clases:

- Clase A: Incendios de combustibles ordinarios como madera, papel, goma y varios tipos de plástico.
- Clase B: Incendio de líquidos combustibles o inflamables como grasas oleosas, pinturas en base de aceite, alcoholes, gases inflamables solventes, y otros.
- Clase C: Fuegos que involucran equipos eléctricos energizados.
- Clase D: Fuego que involucran combustibles metálicos como magnesio, titanio, sodio, litio, potasio.
- Clase K: Fuegos en aplicaciones de cocina que involucran combustibles de cocción como grasas y aceites vegetales y animales.

2.1.4. Agentes extintores

-Agua

Es el agente universal, extingue el fuego por enfriamiento y puede ser empleada en forma de agua chorro para fuegos de clase "A". Mientras que el agua pulverizada se puede emplear en fuegos de clase "A" y fuegos clase "B", cuando se trate de líquidos combustibles se los llamados pesados, como fuel-oil, gas-oil, otros.

-Anhídrido carbónico

Es un gas inerte, por lo que se utiliza como elemento de sofocación en los fuegos. Es eficaz para fuegos producidos por líquidos inflamables y en fuegos eléctricos por no ser conductor y no dejar residuos.

-Polvo seco

Generalmente es un compuesto químico a base de bicarbonato de sosa y un agente hidrofugo. Actúa por sofocación y paralización de la reacción en cadena. Actualmente se emplean principalmente dos tipos de polvo seco; el polvo seco químico normal y el polivalente, o anti-

brasa. Este último, refresca mucho más el combustible, por lo que es más efectivo que el normal para fuegos de tipo "A". Además, existen una serie de formulaciones de polvo seco especiales para combustibles de tipo "D".

El polvo seco normal es efectivo en fuegos de clase "B", "C" y fuegos en presencia de tensión eléctrica. Se puede emplear en los de clase "A", pero seguidamente habrá que utilizar agua para que no se reaviven las llamas.

- Espuma química

Se forma por la mezcla de una solución ácida en otra básica. Al mezclarse íntimamente, ambas soluciones reaccionan, produciéndose anhídrido carbónico (CO₂), con el consiguiente aumento de presión que lanza la espuma extintora. Este tipo de espuma tiene el inconveniente de atacar los metales, ser conductora de la electricidad y disolverse en los alcoholes, por lo que no se usa en la actualidad.

-Espuma física

Es una masa de burbujas unidas entre sí por un estabilizador, que se aplica en forma de manta sobre los líquidos en combustión, impidiendo o apagando el fuego por sofocación. Esta espuma se disuelve en los hidrocarburos solubles en agua, como los alcoholes, acetona, etc, por lo que no es posible emplearla en fuegos de este tipo.

Nunca se deberá utilizar conjuntamente con el agua, ya que ésta rompe la manta de espuma. Es eficaz para combatir fuegos de clase "B" con las limitaciones antes mencionadas y en los de clase "A", dejando permanecer bastante tiempo la manta formada. Por los inconvenientes que presenta, la espuma física cada vez se usa menos.

-Sustitutos de halones

Son agentes extintores que actúan en la extinción de fuegos como paralizadores de la reacción en cadena. Tales compuestos resultan muy eficaces contra fuegos eléctricos y son aceptables para fuegos de clase "A" y "B".

Sustituyen a los denominados halones, ya que éstos, como CFC,s (clorofluorocarbonados) que son, perjudican la capa de ozono y además contienen bromo que, según se ha demostrado, también contribuye a la reducción del ozono en la atmósfera. Por ello, el uso de los halones

ha sido prohibido y en su sustitución se usan últimamente otros productos como el FM200, el NAF SIII, el INERGEN, etc., de similar eficacia extintora y que no presentan los inconvenientes de aquellos.

	Agente Extintor							
	Polvo químico seco			CO2	Espumas	Agua		Gases Limpios
	ABC	BC	Especial (metal)			Chorro	Pulverizada	
Fuego Clase A	Excelente Rápida extinción de llamas	No aplica	No aplica	No aplica Sólo controla pequeñas superficies	Excelente Acción extintora y enfriante	Muy bueno Buena penetración, rápido enfriamiento	Excelente	Bueno Rápida extinción de llamas
Fuego Clase B	Excelente La nube de polvo protege al operador Rápida extinción de llamas	Excelente	No aplica	Bueno No deja residuos	Excelente Acción, extintora enfriante y aislante	No aplica Se desparrama el fuego	Regular Forma una nube enfriadora	No aplica Rápida extinción de llamas
Fuego Clase C	Muy bueno No conducen la electricidad hasta 6000V	Muy bueno	No aplica	Excelente No conductor	No aplica	No aplica	Muy bueno No conductora	Excelente No conductor
Fuego Clase D	No aplican No utilizar Riesgo de explosión		Excelente Aísla el foco	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica No utilizar - Riesgo de explosión

Ilustración 2: Clasificación de fuegos.

Fuente: Empresa Demsa

2.1.5. Extintores

Como definición de extintores portátiles se tiene, son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. Se diferencian unos de otros en atención de una serie de características como agente extintor contenido, sistemas de funcionamiento, eficacia, tiempo de descarga y alcance.

2.1.6. Tipo de red

Red Húmeda: Es un sistema de tuberías lleno con agua, conectado a un suministro de agua.

Red seca: Es un sistema de cañerías sin agua, llena con aire o nitrógeno baja presión que mantiene una válvula cerrada.

2.1.7. Mantenimiento

Se define como actividades y practicas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización administra, de manera óptima y sostenible, sus activos y sistemas de activos, riesgo y costo, en su ciclo de vida (o ISO 55000). (PAS55).

El mantenimiento es parte esencial dentro de la organización de una empresa, cada vez ha tomado más importancia, ya que debe formar parte de la gestión de la empresa para lograr los resultados deseados. Su función principal es mantener de manera operativa los activos de una empresa en el lugar y tiempo deseado.

Se puede subdividir el mantenimiento en dos grandes grupos:

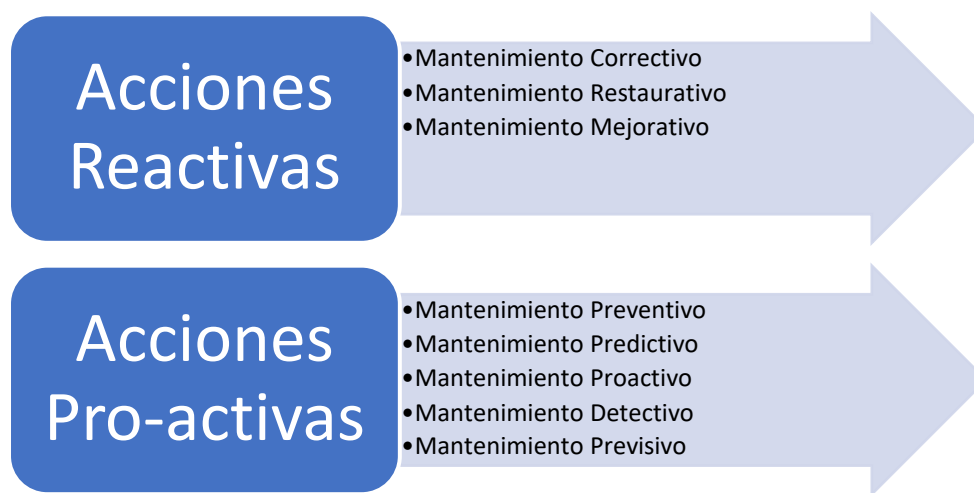


Ilustración 1: Segregación en grupos mantenimiento en grupos mantenimiento. Fuente: Pistarelli [4]

Acciones Reactivas: Una acción reactiva se refiere a la realización de una medida con la finalidad de mantener operativo un activo luego de un evento inesperado. Si el evento es una emergencia es casi inexistente una programación o improvisado. Se puede dar la necesidad de tomar una medida restaurativa luego de la variación de algún parámetro del equipo o proceso, al cual es necesario una reacción, pero con algo de holgura en el tiempo.

Las acciones reactivas no forman parte del plan de mantenimiento, sin embargo, es necesario incluirlas en la programación y planificación.

Mantenimiento Correctivo: Hace referencia a la reparación de fallas funcionales y averías a medida que estas ocurren. Generalmente es el operador de la máquina quien alerta de la falla a personal encargado o en algunos casos es el mismo quien realiza la reparación. Algunas desventajas de este tipo de mantenimiento es que como se trata de acciones repentinas exige contar con un gran personal de mantenimiento, tiende a incrementar el modelo de stand-by por tanto se necesita un capital mayor de inmovilizado, aumenta el costo de operación y mantenimiento dificultando la planificación de presupuestos, puede aumentar

accidentes, ya que los procedimientos se realizan de manera apresurada. La ventaja de este mantenimiento es que necesita poca planificación.

Mantenimiento Restaurativo: Al realizarse actividades pro-activas es posible la detección de ciertos parámetros no normales antes de que la falla en si ocurra, por lo que es posible realizar intervenciones de personal capacitado para restaurar la función, además permite programar tareas con anticipación. Se conoce también como MRP (mantenimiento de restauración programada).

Mantenimiento Mejorativo: Son acciones reactivas que pueden subdividirse en 2 grupos. El primero es exclusivo de personal de planta y corresponde a un rediseño, tiene como finalidad optimizar el proceso productivo, eliminar fallas crónicas y aumentar la mantenibilidad y la confiabilidad. Estos cambios pueden ser físicos referentes a cambio de acticos u operacionales este último incluye la mejora de procedimientos de mantenimiento o capacitaciones del personal.

El segundo grupo incluye a fabricantes con productos nuevos no probados o probados parcialmente, cuyos fallos producen inseguridad. Como acciones surgidas del análisis de falla, se encuentra el cambio masivo de componentes, rediseño o modificación del plan original de mantenimiento. También conocido como Mantenimiento Curativo.

Acciones Pro-activas:

Su objetivo fundamental es evitar que se presenten los modos de falla, que no ocurran tan seguido o minimizar las consecuencias de estos. El realizar la gestión de un evento antes de que ocurra significa llevar a cabo acciones pro-activas

Mantenimiento Preventivo: Tiene como finalidad disminuir las paradas no programadas, mediante la planificación, la cual busca encontrar el momento más oportuno tanto para el mantenimiento como la producción. Permite tener a disposición los materiales, herramientas y mano de obra capacitada necesaria para el trabajo a realizar. Integran este mantenimiento los servicios de inspección cíclicos, conservación y restauración de un ítem a prevenir, detectar o corregir defectos. El mantenimiento preventivo se realiza de manera cíclica, en tiempos definidos sin importar el estado del componente a mantener.

Los objetivos del mantenimiento preventivo son:

- Disminuir averías imprevistas de los equipos
- Mejorar la disponibilidad de equipos mediante la disminución de detenciones no programadas.
- Programar tareas con el fin de aprovechar de mejor manera la mano de obra disponible.
- Mejorar la calidad de servicio y productos.
- Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
- Minimizar los gastos debido a reparaciones imprevistas
- Reducir el impacto ambiental mediante la planificación de las actividades de mantenimiento.

Mantenimiento Predictivo: Plantea que es posible descubrir síntomas prematuros de desperfectos o desajustes antes de que ocurra una parada no deseada. Se cree que algunos componentes “avisan” antes de que ocurra la falla funcional. Es posible que poniendo atención y que los componentes realmente “avisen” poder monitorear la curva de su estado. La finalidad es detectar con anticipación la mayor cantidad de fallas potenciales, lo que permite estimar el tiempo de vida útil, y por tanto programar su reemplazo o reparación.

En equipos críticos se realizan estimaciones por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de las piezas y determinar la frecuencia exacta de inspección.

Mantenimiento Proactivo: Al igual que el mantenimiento predictivo, consiste en monitorear algunos indicadores de los activos antes de realizar una intervención. A diferencia del mantenimiento predictivo, este busca encontrar la causa de raíz de la falla sintomática para así desviar una tendencia indeseada de la curva de vida del componente. Existen fallas no reparables, para evitar esto el mantenimiento busca anticiparse y encontrar la causa raíz de la falla. El identificar síntomas adversos ayuda a tomar acciones restaurativas para desviar la tendencia mejorando la calidad de operación sin llegar a la falla irreversible. Ej: lubricantes, alineación y balanceo, conteo de partículas.

Mantenimiento Detectivo: Acciones dedicadas a encontrar fallos ocultos generalmente en dispositivos de seguridad. El identificar y eliminar estos fallos aumenta la disponibilidad del dispositivo de seguridad. Se estima que más de un 40% de los modos de fallas en la industria son ocultos. No darle importancia y un tratamiento lleva a un aumento del mantenimiento preventivo, no siendo este, el más beneficioso.

Mantenimiento Previsivo: Los encargados de realizar estas acciones generalmente no es personal de mantenimiento, ya que está enfocado que en la etapa de diseño sea posible visualizar la prevención de fallas futuras. Se utiliza la tecnología para simular posibles fallas, además de herramientas para planear alternativas de solución y modificaciones posibles. Agrupa todas las técnicas existentes en diseño básico para optimizar tareas de mantenimiento, mantenibilidad o minimización de consecuencias de fallo. Ej.: FMEA,RCD.

2.1.8. Mantenimiento basado en riesgo (RBM)

El mantenimiento basado en riesgo forma parte de las tácticas que actualmente utilizan las empresas para gestionar las actividades de mantenimiento. Tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento que permita mitigar los posibles riesgos existentes tanto para los trabajadores, la operación como el medio ambiente. Para alcanzarlo se recauda información acerca de los modos de falla posible de los componentes y se analiza las consecuencias de las posibles fallas asociadas al proceso de operación. Con esta información se diseñan las actividades de mantenimiento necesarias para reducir los riesgos según los estándares de riesgo impuestos por la empresa.

En el siguiente esquema se detalla la metodología de aplicación:

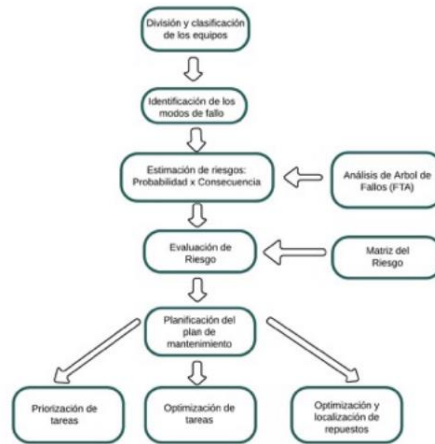


Ilustración5: Metodología para realizar planes de mantenimiento. Fuente: [6]

El mantenimiento basado en riesgo (MBR) significa un cambio de paradigma, ya que evalúa las acciones de mantenimiento bajo un carácter sistémico en vez de analizarlas de manera individual. El primer paso del método es establecer cuál o cuáles son los equipos con capacidad de detener el proceso, es decir, aquellos que se convierten en el “cuello de botella” del sistema.

Si se mira el contexto operacional existen equipos o líneas completas de producción que pueden tener redundancia o no frente a una falla. Algunas de estas fallas provocarán la detención completa de una línea (o la planta) y otras una disminución parcial en su capacidad, ciertas fallas impactarán directamente en la calidad del producto y otras individualmente no lo harán; todo esto define los diferentes niveles de riesgo de los equipos. El modelo MBR identifica y evalúa estos riesgos para definir que tareas será las más apropiadas para reducir a un nivel aceptable la presencia de estos riesgos en la operación.

2.1.9. Gestión del mantenimiento

El mantenimiento es un proceso complejo que, a su vez, está inmerso en el proceso global de la empresa que forma parte. Para tener un mantenimiento integral este debe estar en concordancia con el exterior global (empresa).

Mantenimiento ya no es una empresa dentro de la empresa, cuya única función sea satisfacer las necesidades de producción, sino que aporta beneficios globales a la totalidad de la empresa, por lo que debe estar en concordancia con la misión y las metas de la empresa.

El mantenimiento como una organización debe satisfacer todas y cada una de las necesidades (producción, calidad de seguridad de personas, nivel de venta, stock de material de trabajo, capital de trabajo), debe conversar el resto de la organización con el máximo de eficiencia interna.

Se puede observar la interacción entre los factores de producción que actúan para lograr objetivos planeados y los diferentes sectores de la empresa.

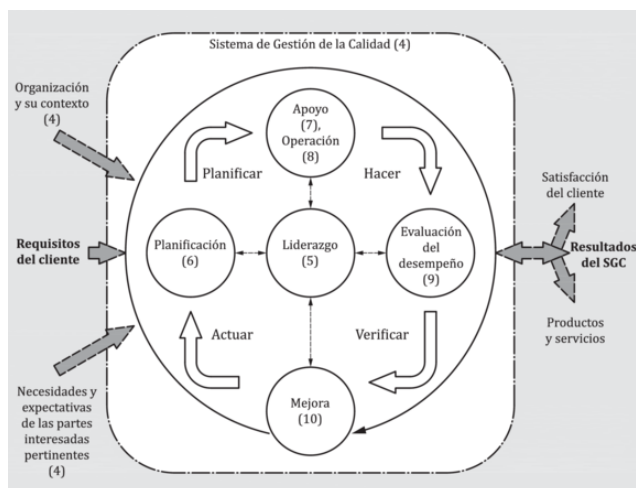


Ilustración 2: Interacción de los distintos sectores de la organización para cumplir objetivos. Fuente: ISO 9001

2.1.10. Riesgo

La norma API RP 580 define al riesgo como la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento en un periodo de tiempo y las consecuencias que este provoca.

El identificar el riesgo en el proceso de operación tiene un gran valor al momento de priorizar e identificar las tareas de mantenimiento, de esta forma poder distribuir los recursos a los componentes que realmente lo necesitan.

Se define como riesgo según la siguiente ecuación [8]

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad de Ocurrencia} \times \text{Consecuencia de la falla (1)}$$

El riesgo puede ser evaluado tanto de forma cualitativa como cuantitativa. Una evaluación cuantitativa del riesgo puede ser el impacto en los costos US, este valor se usa para jerarquizar componentes y equipos.

Se debe considerar que para realizar una evaluación cuantitativa es necesaria la recaudación de una gran cantidad de información tanto para la evaluación de la probabilidad de falla como la evaluación de las consecuencias de la falla.

Por otra parte, la evaluación cualitativa del riesgo es menos rígida, se puede apreciar en una matriz de riesgo simple sus resultados:

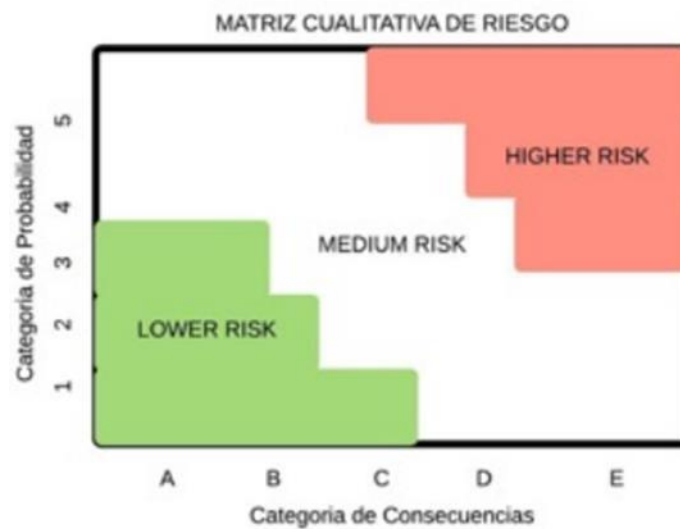


Ilustración 3: Matriz Cualitativa de riesgo Fuente: API [8]

En la matriz mostrada en la ilustración 8, el eje vertical representa la categoría de probabilidad de falla y el eje horizontal las categorías de consecuencias, el valor asignado a cada probabilidad de falla y las consecuencias representan un valor relativo del riesgo. El número resultante no tiene sentido fuera del marco de la matriz de riesgo, mientras que al interior de la matriz entrega una priorización de los equipos o componentes evaluados. Estos valores de riesgo son subjetivos, por lo que la priorización sobre esta base es siempre puede variar según criterio.

Como se observa en la matriz de la ilustración 8, en las zonas de riesgo alto (Higher Risk) y riesgo medio (Medium Risk) es necesario reunir mayores recursos de mantenimiento, pero en las zonas de bajo riesgo (Lower Risk) se necesita un mínimo de esfuerzo. Esta priorización

En las tareas de mantenimiento permitirá mejorarlos esfuerzos y optimizar los recursos al enfocarse principalmente en los niveles mayores de riesgo.

2.1.11. Criticidad

Señala el riesgo asociado a un modo de falla. En las empresas una forma de enfocar correctamente los recursos de mantenimiento en los activos es cuantificando objetivamente el impacto que estos tienen en la organización y las consecuencias asociadas a ello. Para medir lo que anteriormente se menciona, se utilizan herramientas de la gestión del riesgo de acuerdo con la norma NCh-ISO31010.

Una de estas herramientas es el análisis de criticidad.

- El análisis de criticidad asegura que las actividades de mantenimiento y de operación estén siempre enfocadas en los activos más críticos
- Los análisis de criticidad se hacen considerando una evaluación de la funcionalidad hacia el negocio y jerarquía de equipos

$$\mathbf{CRITICIDAD} = \mathbf{Impacto} \times \mathbf{Probabilidad\ de\ Ocurrencia} = \mathbf{Riesgo\ Relativo} \quad (2)$$

A continuación, se muestra un esquema explicativo del análisis de criticidad: Método Cualitativo:

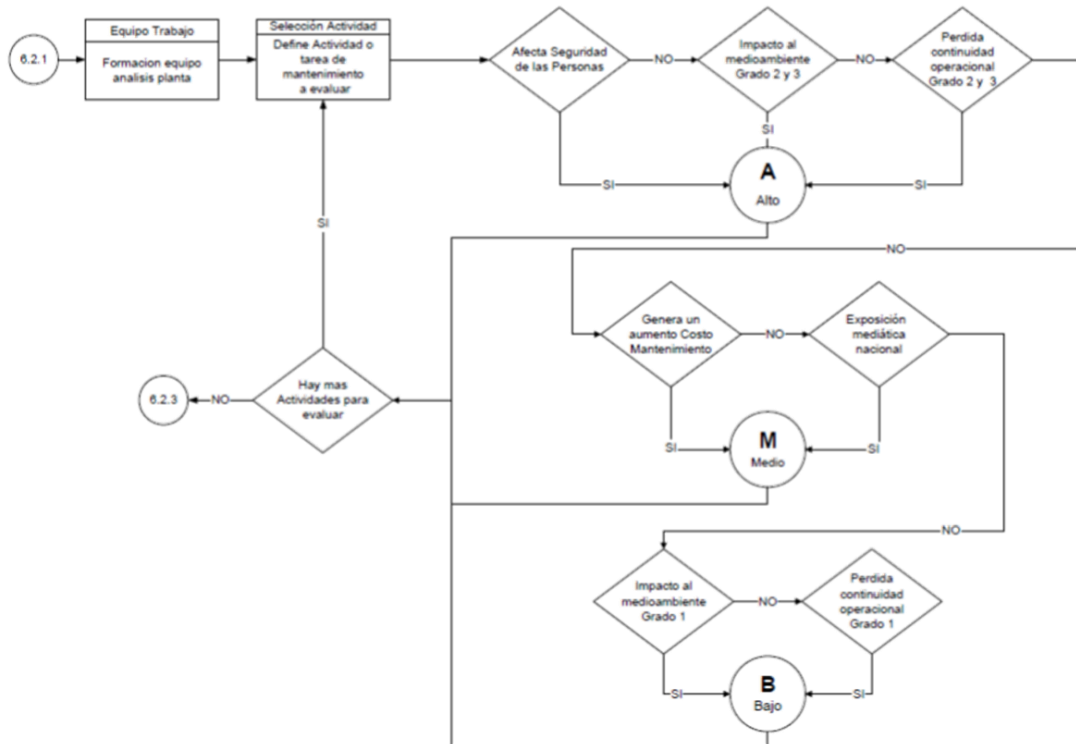


Ilustración 4: Método cualitativo de análisis de criticidad.

2.1.12. Noma ISO 31000

La ISO 31000 es una norma que rige las directrices y principios para gestionar el riesgo de las organizaciones. Fu escrita y publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en colaboración con IEC. Esta norma no está pensada para un sistema en particular de gestión, más bien es una guía de buenas prácticas para las actividades relacionadas con la gestión de riesgos. [3]

La norma se estructura con tres pilares fundamentales:

- Los principios para la gestión de riesgos: Para una mayor eficacia, la gestión de riesgo en una organización.
- La estructura de soporte o marco de trabajo, El objetivo de este elemento es integrar el proceso de gestión de riesgos en la dirección, para que esta adquiera un fuerte compromiso con la implantación de la Gestión de riesgos.
- El proceso de gestión de riesgos: Este proceso consta de tres etapas: Establecimiento del contexto, Valoración de riesgos y Tratamiento de estos.

2.1.13. Normas NFPA

La NFPA es la encargada de desarrollar normas y códigos la intención de minimizar la posibilidad y consecuencias de incendios y otros tipos de riesgos. [1]

Para un sistema contra incendio los códigos y normas establecidas por la NFPA son altamente adoptados a causa de que son generados a través de un proceso abierto y consensuado y son revisados periódicamente para mantenerse al día con los últimos avances tecnológicos.

Las normas que son empeladas en este trabajo están orientadas al mantenimiento de sistemas contra incendio, cuyos objetivos son determinar procedimientos de inspección, pruebas y mantenimiento en los componentes. Tanto la norma ISO 31000 como las normas NFPA buscan a través de sus estándares buscar la mejora de las prácticas.

NFPA 25: Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra incendios.

Requisitos mínimos para inspecciones, pruebas y mantenimientos periódicos de sistemas contra incendios a base de agua y acciones a tomar ante cambios que pueden impactar en el desempeño del sistema.

NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores

Esta norma proporciona los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistema de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la exposición al fuego, incluyendo rociadores, tuberías, válvulas y todos los materiales y accesorios.

NFPA 10: Norma para extintores portátiles contra incendios

Las disposiciones de esta norma se aplican a la selección, Instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátil. Los extintores portátiles son los primeros en la Línea de defensa para hacer frente a incendios de tamaño limitado.

2.1.14. Normativa Vigente en Chile

En la “Recopilación de la normativa nacional de Seguridad Contra Incendios de la cámara chilena de la construcción” se encuentran la información sobre los requerimientos que deben cumplir las construcciones. Dentro del capítulo 3, en el artículo 4.3.1 se especifica que todo edificio deberá cumplir con las normas mínimas de seguridad contra incendios, en el caso de una planta industrial debe poseer medidas pasivas y activas estas incluyen, en el caso de las pasivas debe su construcción ser capaces de aislar del fuego la edificación retardando su acción y permitiendo en esa forma la evacuación de personas. Las activas: tener un sistema de detección y activación automática frente a determinados estímulos descargando agentes extintores. Más adelante en el capítulo 4.3.9 se especifica que en edificaciones que corresponda, deberá considerar una red de incendio (red húmeda y red seca). Estas edificaciones deben tener un estanque de agua capaz de suministrar el caudal suficiente para evitar una catástrofe.

Al tratarse de una planta de combustibles, es necesario mencionar el artículo 4.3.12: “En locales que se manipule, expendan o almacenen productos inflamables, la Dirección de Obras Municipales, deberá exigir la colocación de dispositivos adecuados contra incendios” [5]

Capítulo 3

3. Levantamiento información

3.1. Diagnostico situacional de la planta

Este capítulo comprende una descripción detallada de los componentes que forman parte de la Red Contra Incendios. Para ello se presentan las partes en que se distribuye la red, su piping, y subsistemas tanto de extinción como detección, además es importante conocer los valores de la empresa aplicados al mantenimiento, las acciones y tareas que realiza el personal a cargo.

Se evalúan todos los sistemas de protección contra incendio existentes en la planta, los sistemas de suministro de agua, la red de incendio, los sistemas de protección fijos, las protecciones pasivas y la administración general de la protección contra incendio. Dicha evaluación se realiza a la par con la empresa que está realizando las modernizaciones y mejoras en la red contra incendios existente.

Luego con los resultados del análisis y la evaluación de los sistemas de protección existentes se determinan las condiciones de la planta en cuanto a la protección contra incendio, con el fin de identificar las acciones a realizarse en conjunto con el área de mantenimiento y la empresa contratada para las actualizaciones.

3.2. Listado de equipos del sistema contra incendios.

Red húmeda




La planta cuenta con una red de tuberías que distribuye el agua de las piscinas a los distintos puntos de la planta. Existen 28 salidas a través de grifos más 12 nuevos monitores con el fin de que no superen los 30 metros de distancia a las zonas a proteger mediante patrones de chorro manual, adicionalmente sistemas de rociadores en la bodega.

En la siguiente tabla se muestran los componentes correspondientes a la Red Contra Incendios de la planta envasadora Maipú.

Tabla 1: Listado de componentes RCI

Componente	Descripción	Imagen
<p>Bombas Principal</p>	<p>Existe una sala de bombas donde la planta cuenta con dos bombas de protección contra incendios <i>Marca ITT AC Fire Pump</i> , <i>Modelo :H-10x8x20 F N° Serie :949-95168-01-01</i> . Una bomba principal, y una de respaldo, ambas impulsadas por un motor diésel. Las dos bombas tienen una capacidad de 567,8 m³/h (2500 gpm) a 10,3 bares (150 psi).</p>	
<p>Bombas Jockey</p>	<p>La planta tiene dos bombas jockey, una principal y una de respaldo conectadas en paralelo a las bombas de incendio. Las bombas son marca <i>Stars Modelo :4-22 SQQE N° Serie: V1307310010-0028</i></p>	
<p>Tablero controlador Bomba Principal</p>	<p>La bomba N° 1 posee un tablero de control que contiene básicamente en su exterior un Panelview y un interruptor principal y en su interior un sensor de presión. El tablero de control activa la partida de la bomba según el punto de seteo ingresado a través del Panelview del tablero. La bomba n°2 posee un tablero controlador que básicamente contiene en su exterior un Panelview, un selector de 3 posiciones, 3 botones y en su interior un boton de presión. El selector de posiciones corresponde a AUTO, OFF y Manual.</p>	

Tabla 2: Continuación listado de componentes

<p>Estanque Diesel</p>	<p>Existe un estanque de combustible diesel para los dos sistemas de bombeo de capacidad de 2 m³ (2.000 litros). El estanque tiene un medidor de nivel que activa una baliza y una alarma sonora fuera de la sala de bombas cuando el nivel de combustible esté muy bajo (20%).</p>	
<p>Piscinas</p>	<p>La red no cuenta con tanques de almacenamiento, sino que junto a la sala de bombas se tienen dos estanques con un volumen de agua de 594 m³, utilizados como reserva exclusiva para el sistema de incendio, cumpliendo con el volumen de agua requerida para la planta.</p>	
<p>Aspersores</p>	<p>La planta envasadora de gas licuado cuenta con 54 tanques de GLP, organizados en 11 grupos, de los cuales de acuerdo con la NFPA 58 "Liquefied Petroleum Gas Code", 47 de los tanques cuentan con sistemas de aspersores. Los sistemas de protección contra incendios (PCI) considerados para los tanques de GLP son los denominados "Water Spray" (agua pulverizada) según la norma NFPA 15. Son sistemas independientes, donde cada uno cuenta con su válvula de diluvio, válvula de control, que distribuyen agua a una red de tuberías con boquillas (nozzles) abiertas.</p>	
<p>Válvulas de Diluvio</p>	<p>Los tanques de GLP tienen dos configuraciones distintas de rociadores, pero las válvulas de diluvio es la misma para ambos casos y es una angular de 4" marca Viking modelo E1.</p>	

<p>Gabinetes de Manguera</p>	<p>Los gabinetes de manguera son armarios donde se colocan las válvulas angulares de dos medidas distintas, mangueras entre quince y treinta metros, además de pitones (pueden ser de bronce o plásticos) para el ataque contra incendio.</p>	
<p>Mangueras</p>	<p>Es un tubo flexible usado en el combate de incendios para trasladar el agua u otro agente extintor bajo presión desde una fuente de abastecimiento hasta el punto de aplicación. La planta cuenta con mangueras de 25 metros de largo con</p>	
<p>Sprinklers</p>	<p>Un sistema de rociadores consiste en una serie de tubos con boquillas de descargas localizado en todo el edificio. Cuando ocurre un incendio, el calor que sube del fuego funde el eslabón soldado o expande el líquido en el bulbo de vidrio causando su rotura y libera agua sobre el fuego.</p>	
<p>Grifos</p>	<p>En la planta hay actualmente 28 grifos y su ubicación física se indica en el plano de planta del anexo. Junto a cada grifo se encuentra una caseta portamanguera. Algunos grifos tienen casetas porta-pitón, pero la mayoría de estas están vacías. Las características de los grifos son diámetros de: 2", 3", 4" y 6", válvulas ángulo 2½", conexión Storz 3" y 1 ó 2 bocas.</p>	

3.2.1. Planos Hidráulicos planta envasadora de GLP.

Existe un plano hidráulico realizado por la firma FGB, el cual fue realizado con la finalidad de poder tener una vision holistica de la planta actual.En este plano no se encuentra actualizado con las modificaciones y mejoras que se encuentran acualmente realizando en el área.

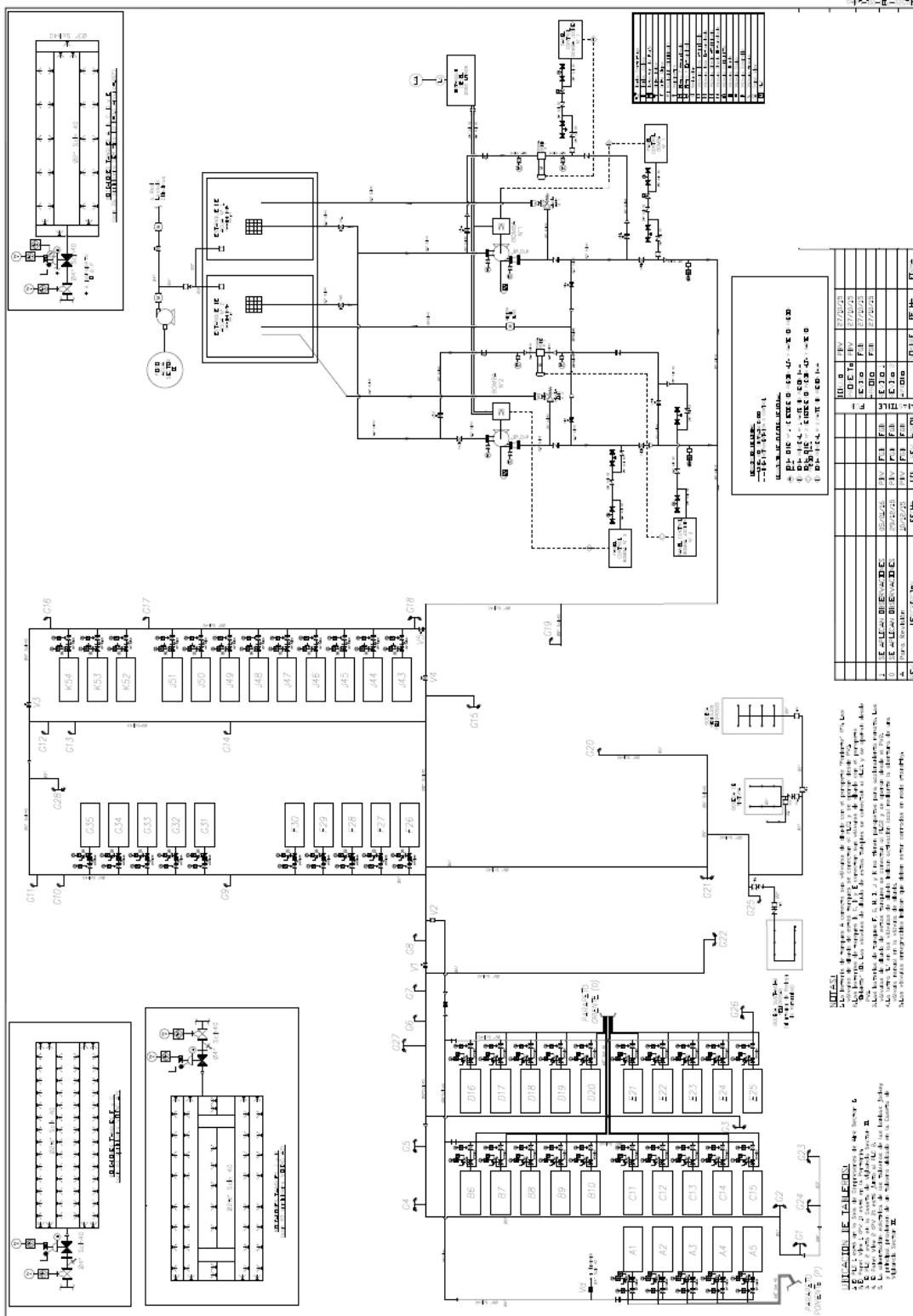


Ilustración 5: Plano hidráulico planta. Fuente: Empresa.

a. ALIMENTACIÓN ESTANQUE DE AGUA

Existe un pozo de agua de 100 metros de profundidad que dispone de una bomba sumergida con las siguientes características técnicas:

Tabla 3: Características bomba sumergida en pozo de agua.

MARCA	MODELO	POTENCIA	CAUDAL	ALTURA DESCARGA	PRESIÓN DESCARGA
STAIRS	SP 500-5	40 hp	90 m ³ /h 1.500 lt/min 396 gpm	61 mca	6 barg 87psig

El agua bombeada es almacenada en los 2 estanques abiertos de la red contraincendios (ver Esquema Pozo de Agua y Bomba). La operación de la bomba es manual desde el tablero eléctrico TDFCBBPP50 ubicado en la caseta del lado Oriente de los estanques. Para arrancar la bomba gire el selector a la “Posición N° 1 Automático” y pulse el botón PARTIR. Para detener la bomba pulse el botón PARAR. El nivel de los dos estanques se debe controlar visualmente. Además, esta bomba alimenta el sistema de lavado de cilindros de la planta.

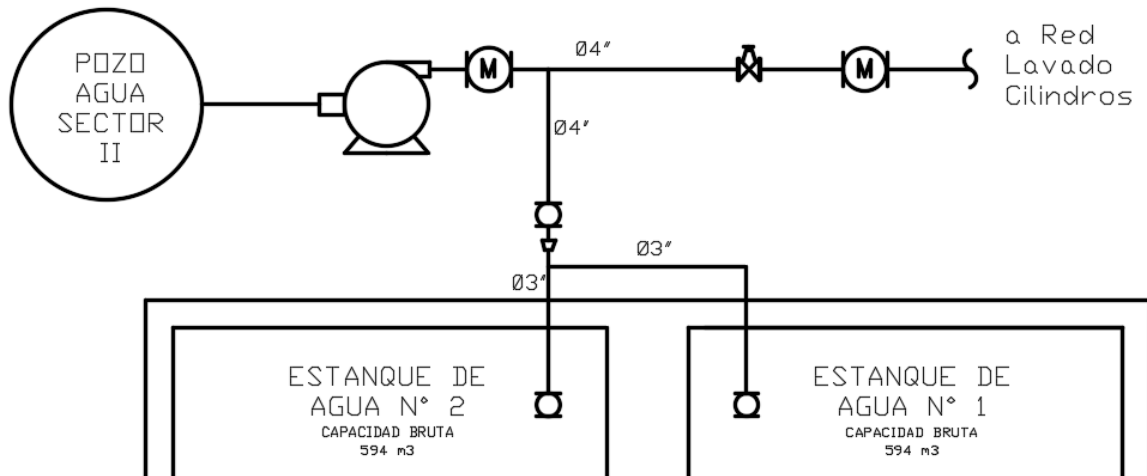


Ilustración 6: Esquema bomba sumergida estanque de agua. Fuente: Elaboración propia.

b. **ESQUEMA LÍNEAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA DE BOMBAS**

Las cañerías de conexión de los dos estanques de agua de la red contraincendios y dentro de la sala de bombas se muestran en la figura Esquema Sala Bombas Red Contraincendios.

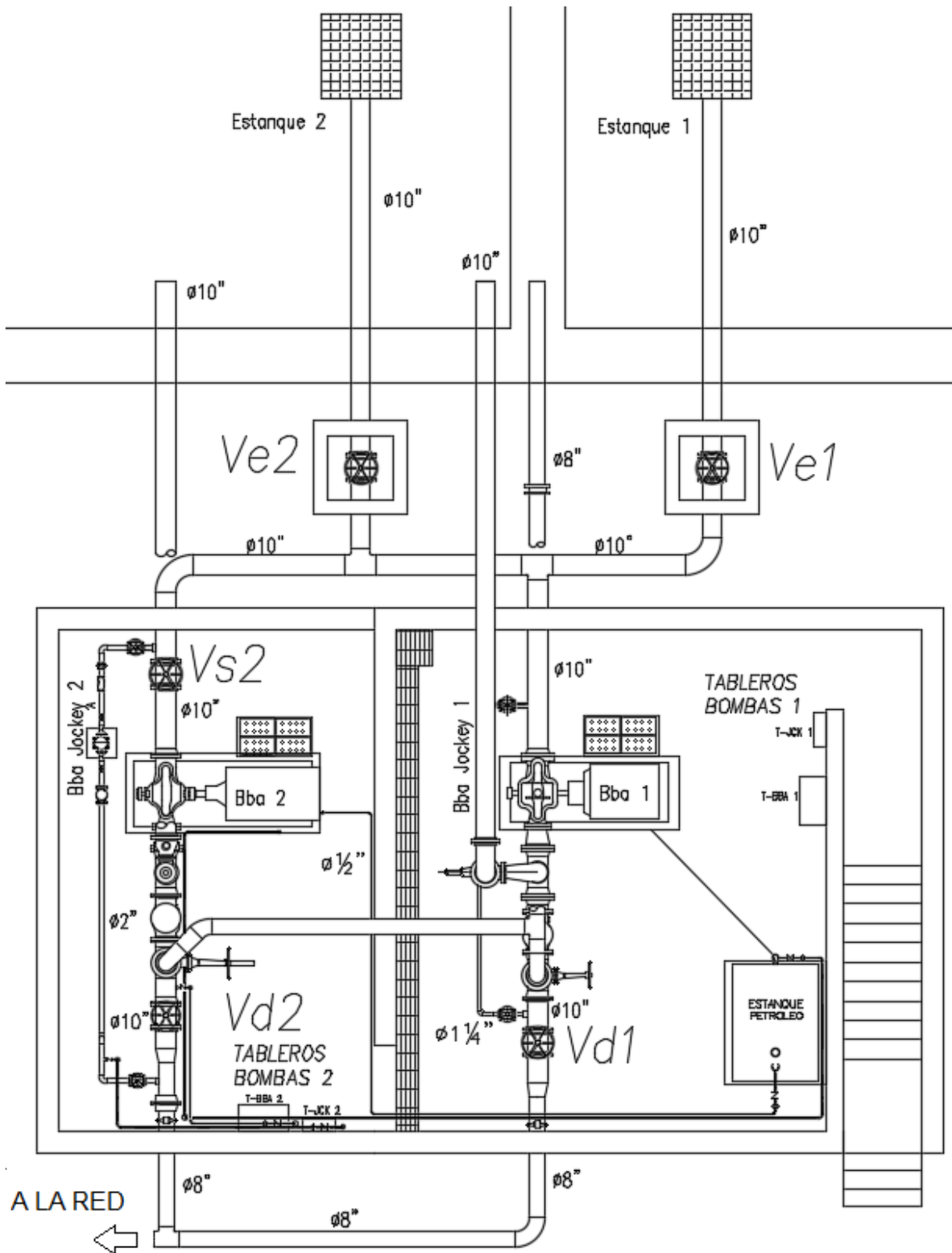


Ilustración 7: Esquema sala de bombas Red Contra Incendios. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Organización mantenimiento planta

El organigrama de la planta no se encuentra especificado, sino al tratarse de una empresa a nivel nacional, todas las plantas poseen la misma estructura organizacional con una sede general en Santiago. A continuación, se muestra el organigrama general para el área de mantenimiento.



Ilustración 8: Organigrama área mantenimiento.

3.3. Condición actual del Mantenimiento

Al finalizar el recorrido por la planta, se observa que existe un déficit de mantenimiento y de conocimiento por parte del personal de mantenimiento sobre los sistemas de protección contra incendio. La planta cuenta con varios sistemas de protección contra incendio que requieren de inspecciones, pruebas y mantenimiento periódico como: bomba de agua, red de hidrantes, sistemas de aspersores y sistemas de rociadores.

Se observó que varios de los gabinetes se encontraban en malas condiciones, que las mangueras se encontraban deterioradas y que la mayoría de los gabinetes no contenían punteros. Las tuberías se encuentran con un estado visible de corrosión y tuberías cubiertas por vegetación, causado por falta de mantenimiento. Dentro del estanque se observa crecimiento vegetal con notoria falta de mantenimiento periódico. Con respecto a las bombas existe una empresa externa CSG Ingeniería quien realiza anualmente el mantenimiento de las salas de bomba se tiene acceso al informe entregado por dicha empresa en el cual se hace sugerencia a mejoras en la limpieza de piscina, observación respecto a la curva de operación de la bomba.

3.3.1. Actividades realizadas actualmente

Actualmente se realizan actividades rutinarias para el RCI, estas actividades contemplan un check lits para la bomba 1 y bomba 2, dentro del cual se realiza una inspección visual de la limpieza y condiciones de bombas, niveles de aceite, voltaje de baterías, temperatura y presión. Anualmente una empresa externa CSG Ingeniería es la encargada de realizar las pruebas de flujo, revisión de los componentes internos de la bomba, para el motor se realiza cambio de aceite y filtros, limpieza de componentes y cambios de componentes dañados. Semanalmente se realiza una revisión de los niveles del motor Diesel, una prueba a los Sprinklers (rociadores), revisión de válvulas y manómetros.

3.4. Conclusiones Respecto al Análisis Situacional

El análisis realizado demuestra que el nivel actual de seguridad contra incendios en las instalaciones debe ser mejorado. Debido a que existen varios puntos débiles en los equipos de la Red Contra Incendios (RCI) como son instalaciones en malas condiciones y faltas en la norma. Es necesario hacer una mejora en varios aspectos como contar con una correcta organización para realizar las inspecciones, pruebas y mantenimiento de los sistemas, según la norma aplicable (NFPA 25), confeccionando un manual que abarque todas las instalaciones del RCI. De esta forma se logrará estandarizar los procedimientos para que los sistemas se encuentren listos para funcionar siguiendo los requerimientos establecidos por la NFPA 25.

Capítulo 4

4. Análisis de Criticidad

4.1.1. Matriz de Criticidad

Con el propósito de tener una visión holística de como fallan los componentes y definir su criticidad se hace uso de la herramienta presente en la norma ISO31000, en Chile NCH-ISO 31010 para realizar una matriz de riesgo, en la que de manera cualitativa nos expone lo mencionado.

Para calcular el riesgo relativo asociado, es decir, la criticidad se hace uso de la ecuación (1) de criticidad aplicada a las matrices.

La matriz se compone de dos tablas una que evalúa la probabilidad de ocurrencia la cual mide la cantidad de fallas que ocurren en cierto tiempo y otra de evaluación del impacto producido (Severidad). Ambas tablas se subdividen en bajo(verde), medio(amarillo), alto(naranja), muy alto (rojo)

Tabla 4: Probabilidad de ocurrencia de incidentes.

Categoría de Probabilidad	Descripción
1 Bajo	Improbable que ocurra un incidente. No existe registro disponible que haya ocurrido en los últimos 3 años.
2 Medio	Posible que ocurra un incidente. Existe registro que ha ocurrido un evento en los últimos 3 años.
3 Alto	Probable que ocurra un incidente. Existe registro que ha ocurrido uno o más eventos en los últimos 2 años.
4 Muy Alto	Muy Probable que ocurra un incidente. Ha ocurrido una o más veces en el último año

Tabla 5: Categorías para la evaluación de las consecuencias

Categoría de Severidad				
Categoría de Riesgo	1 Bajo	2 Medio	3 Alto	4 Muy Alto
Salud y seguridad S & S	Incidente sin lesiones importantes que derivan en atención de primeros auxilios, no requiere reposo. No se produce enfermedad profesional.	Incidentes con lesiones leves (accidentes con tiempo perdido, que genera incapacidad temporal). Alteraciones a la salud reversibles (no se produce Enfermedad Profesional)	Incidentes con lesiones graves con tiempo perdido con invalidez parcial. Enfermedad Profesional reversible	Incidentes con lesión(es) muy graves con tiempo perdido (invalidez total) o mortal. Enfermedad Profesional Irreversible
Impacto económico \$	Sin daño	Hasta 0,6 MUSD	Más de 0,6 a 2 MUSD	Sobre 2 MUSD -Continuidad del negocio
Reputación R	Impacto leve, Puede ser de conocimiento público con o sin preocupación pública	Impacto ilimitado, preocupación pública local	Impacto considerable, Preocupación pública nacional	Impacto Internacional, Atención pública Internacional
Cumplimiento Normativo Legal	Amonestación por escrito	Multas hasta 1 MUSD	Multas sobre 1 MUSD	Pérdida de la licencia

Tabla 6: Jerarquización para la matriz de riesgos.

MR = S X P	Guía para la matriz de Riesgos
12-16 Riesgo Extremadamente Alto	Los controles son insuficientes. Se deben considerar métodos alternativos para reducir el riesgo en forma inmediata.
6-9 Riesgo Alto	Controles adicionales deben ser evaluados para reducir el riesgo, dentro del concepto de ALARP.
3-4 Riesgo Medio	Administrar y monitorear apropiadamente las barreras.
1-2 Riesgo Aceptable	No se necesitan medidas adicionales para asegurar que todo está bajo control.

Tabla 7: Matriz de Criticidad.

		Severidad			
		1 Bajo	2 Medio	3 Alto	4 Muy Alto
Probabilidad	4 Muy alto	4	8	12	16
	3 Alto	3	6	9	12
	2 Medio	2	4	6	8
	1 Bajo	1	2	3	4

4.1.2. Descripción y Función

Una vez que se tiene definida la matriz de criticidad, se procede a realizar un análisis funcional con la finalidad de categorizar los equipos del RCI. Para ello se realiza una plantilla en Excel que cumple con la estandarización deseada por la empresa para el mantenimiento de los distintos sistemas de las plantas.

- Definición de Funciones

Equipo	Red Contra Incendios RCI
Fabricante	Varios contratistas (Alfonso Rowland, Guillermo Retamal, Ingemecanic; Lorenzo Mateu, Osvaldo Barahona; Alegría Hermanos, BBO Ingeniería)
Modelo	Varias
Cantidad de Equipos	n.a
Número de Equipo SAP	Confidencial

- Función primaria

Mitigar consecuencias de posible evento tipo escape de GLP, incendio, explosión o leve, a través de agua a presión disponible

- Funciones de protección/Seguridad

Equipos UL / FM

Ingeniería de diseño de acuerdo a NFPA 20

Mantenimiento de acuerdo a NFPA 25, con registros en SAP

Motobombas eléctricas cuentan con respaldo de Grupo Generador

Tanque de almacenamiento agua para RCI; 3 plantas se alimentan de pozo profundo, una con aducción, POS, PLE y PTA se alimenta de red pública, Plantas del Norte se alimentan de camión aljibe

Capacidad de extinción de acuerdo a norma NFPA 20

Tanques de GLP se protegen con monitores, grifos o válvulas de diluvio + aspersores (PMA)

Red con agua presurizada, con bomba jockey que mantiene la presión: al abrir un grifo/monitor/válvula de diluvio, agua sale a presión

Todos los sistemas de bombeo tienen válvula de alivio de presión, para recircular el agua

Los tanques de almacenamiento deben considerar sensores de nivel, con alarma

Mangueras certificadas, uniones storz estandarizadas

Cañerías de acero o

4.1.1. Estructura

Se continua con la planilla Excel. La RCI de la planta se puede separar en 6 ejes principales que lo componen, lo que se llamara componente mayor, cada componente mayor se desglosa en unidades mantenibles (componente menor). A continuación, se muestra lo anteriormente mencionado.

Tabla 8: Lista de componentes pertenecientes a SCI.

Componente mayor	Componente menor
Estanque de almacenamiento de agua	Estanque de acero
	Piscina de concreto armado
	Estanque australiano
Piping General	Cañerías y válvulas de seccionamiento
Sala de bombas	Bombas Principales
	Motor eléctrico
	Motor Diesel
	Tablero controlador Bomba Principal
	Motobomba Jockey
	Tablero controlador Bomba Jockey
	Cañerías y válvulas
	Válvula alivio de presión
Válvula Check	
Estanque Diesel	Estanque y Piping
	Sensores de nivel
	Alarma
Sistema eléctrico	Alimentación equipos
	Baterías de uso y respaldo
	Estabilizador de baterías
Grifos/Monitores/aspersores	Unión Storz
	Conexión con bomberos
	Mecanismo de oscilación Monitor
	Aspersores
	Válvula de diluvio
	Solenoides

4.1.2. Análisis

Para efectuar el análisis es que se realizó en el punto anterior un desglose de los componentes de la red contra incendios. Con ello más la información recopilada en el área de mantenimiento de la planta y en libros, se procede a realizar una pequeña descripción funcional de cada componente, adicionalmente se ingresan los mecanismos de falla y modos de fallas representativos a cada componente.

Una vez completado el paso anterior, se cuantifica objetivamente el impacto de todos los activos en la organización según las consecuencias y la probabilidad de ocurrencia medida con la totalidad de ocurrencias de fallas.

Tabla 9: Cuantificación de parámetros críticos piscina de agua RCI

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Estanque de almacenamiento de agua	Estanque de acero	Contener y almacenar agua para RCI	Ruptura por corrosión Daño por causa externa (colisión, sismo)	Fuga de agua, equipo fuera de servicio (ambos casos)	2	1	3	1	2
	Piscina concreto armado	Contener y almacenar agua para RCI	Daño por causa externa (sismo) Obstrucción de succión por elemento extraño	Fuga de agua, equipo fuera de servicio Alimentación de agua deficiente, equipo fuera de servicio	2	1	3	1	2
	Estanque australiano	Contener y almacenar agua para RCI	Ruptura por corrosión Daño por causa externa (colisión, sismo)	Fuga de agua, equipo fuera de servicio (ambos casos)	2	1	3	1	2

Tabla 10: Cuantificación de parámetros críticos Piping General RCI

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Piping General	Cañerías y válvulas de seccionamiento	Contener, canalizar y controlar caudal de agua RCI	Corrosión Fatiga sellos Se tranca por elemento extraño	Fugas pequeñas Fugas pequeñas v/v inhabilitada	2	1	1	1	1

Tabla 11: Cuantificación parámetros de criticidad bomba RCI

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Sala de bombas	Bombas Principales	Impulsar caudal de agua	1) Obstrucción en succión por elemento extraño 2) Incrustaciones internas por agua dura 3) Daño de prensa estopa por regulación y uso 4) Daño en alave y carcaza por elemento extraño	Baja eficiencia, no se cumple la curva, equipo fuera de servicio (1 y 2) Pérdida de agua, equipo fuera de servicio (3 y 4)	2	3	3	3	3
	Motor eléctrico	Convertir energía eléctrica en mecánica	1) Pérdida aislación por contaminación interna 2) Ventilador f/s por soltura	1) Cortocircuito 2) Aumento de T° y actuación de protección térmica, con detención de motor	1	3	3	4	4
	Motor diesel	Convertir energía de combustible en mecánica	1) Obstrucción sistema refrigeración por agua por elemento extraño 2) Baja presión de aceite por bomba de aceite en mal estado; tapada por filtro 3) Falta de combustible 4) Equipo recalentado por bomba trancada 5) Falla parador mecánico, por falla de cilindro por falla de resorte	1) Aumento de T°, daño a motor, equipo fuera de servicio 2) Aumento de T°, daño a motor, equipo fuera de servicio 3) Equipo fuera de servicio 4) Equipo fuera de servicio 5) Equipo fuera de servicio	1	3	3	4	4
	Tablero controlador Bomba Principal	Dar señal de partida y parada de bomba. Controlar parámetros del motor (P° aceite, por ejemplo)	1.- Corte de energía por cortocircuito por contaminación (polvo, agua, animal) 2.- Falla de presóstato	1.- No cumple función, equipos fuera de servicio 2.- No cumple función, equipos fuera de servicio	2	2	2	2	2

	Motobomba Jockey	Mantener red de agua con presión (bajo los parámetros de partida de la bomba principal)	1.- Se quema por partidas y paradas muy frecuentes 2.- Cortocircuito por contaminación	1.- No cumple función, queda bomba principal soportando presión en red 2.- No cumple función, queda bomba principal soportando presión en red	3	2	2	2	2
	Tablero controlador Bomba Jockey	Dar señal de partida y parada de bomba.	1.- Corte de energía por cortocircuito por contaminación (polvo, agua, animal) 2.- Falla de presóstato	1.- No cumple función, equipos fuera de servicio 2.- No cumple función, equipos fuera de servicio	1	2	2	2	2
	Cañerías y válvulas	Contener, canalizar y controlar caudal de agua RCI	1.- Corrosión 2.- Fatiga sellos 3.- Se tranca por elemento extraño	1.- Fugas pequeñas 2.- Fugas pequeñas 3.- Válvula inhabilitada	2	3	2	2	2
	Válvula alivio de presión	Constituir un by pass en caso de aumento de presión de la red	1.- Corrosión del resorte por ausencia de tapa gorro 2.- Válvula no sella al cerrar, luego de actuar ante una sobrepresión, por elemento extraño 3.- Válvula no actúa a presión seteada, por elementos extraño en resorte que impide que se abra	1.- Válvula queda fuera de servicio, con riesgo de aumento de P° en línea 2.- Se pierde P° y caudal de agua en línea 3.- Válvula queda fuera de servicio, con riesgo de aumento de P° en línea	2	2	2	2	2
	Válvula check	Evitar retorno de agua cuando se detiene la alimentación	1.- Falla sujeción de chapaleta por fatiga 2.- Daño de sello por montaje incorrecto o elemento extraño	1.- No cumple función de válvula check, agua puede devolverse, girar motor al revés (si se echa a andar el equipo, puede dañarse eje y acoplamiento). Bomba Jockey parte y para continuamente 2.- Idem que 1	2	3	2	2	2

Tabla 12: Cuantificación de parámetros Estanque Diesel RCI.

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Estanque Diesel	Estanque y piping	Contener y almacenar diesel para motor RCI	1.- Ruptura por corrosión 2.- Daño por causa externa (colisión, sismo) 3.- Obstrucción de descarga de tanque	1.- Fuga de diesel, RCI sin energía (fuera de servicio) 2.- Fuga de diesel, RCI sin energía (fuera de servicio) 3.- RCI sin energía (fuera de servicio)	1	3	3	3	3
	Sensores de nivel	Indicar nivel bajo y alto de diesel, enviando señal a alarma	1.- Falla eléctrica por cortocircuito, pérdida de aislación	1.- Pérdida de función, sensor fuera de servicio	2	1	1	1	1
	Alarma	Indicar nivel bajo y alto de diesel, emitiendo señal auditiva y visual	1.- Falla eléctrica por cortocircuito, pérdida de aislación	1.- Pérdida de función, alarma fuera de servicio	1	1	1	1	1

Tabla 13: Cuantificación de parámetros críticos Sistema eléctrico RCI.

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Sistema eléctrico	Alimentación equipos	Alimentar eléctricamente a motor (si corresponde) y tableros de control	1.- Pérdida de aislación de una o más fases, por causa externa 2.- Cortocircuito por ruptura de cañería	1.- Pérdida de función, equipos fuera de servicio 2.- Pérdida de función, equipos fuera de servicio	1	1	1	1	1
	Baterías de uso y respaldo	Dar energía para la partida del motor	1.- Agotamiento por vida útil 2.- Conexión incorrecta de batería 3.- Operación incorrecta, al manipularlas (contacto con elemento mecánico) 4.- Selección incorrecta de batería (capacidad incorrecta)	1.- Equipo fuera de servicio 2.- Equipo fuera de servicio 3.- Equipo fuera de servicio 4.- Equipo fuera de servicio	2	3	3	3	3
	Estabilizador de baterías	Dar energía a batería, para que mantenga carga	1.- Equipo se quema por cortocircuito	1.- Equipo estabilizador fuera de servicio, baterías se puede descargar, quedando motor diesel fuera de servicio	1	1	1	1	1

Tabla 14: Cuantificación parámetros críticos para Grifos/Monitores/Aspersores RCI.

Componente mayor	Componente menor	Descripción Funcional	Mecanismos de falla	Modos de falla probables	Probabilidad de falla	Salud y seguridad S & S	Impacto Económico \$	Reputación R	Cumplimiento Normativo Legal
Grifos/Monitores /aspersores	Unión Storz	Permitir la conexión de una manguera a la red húmeda	Ruptura de la conexión storz Fatiga sello	1-Falla de conexión. 2- Filtración pequeña	1	2	1	1	1
	Conexión con bomberos	Permitir la conexión de una manguera a la red húmeda	Ruptura de conexión.	1-Falla de conexión.	1	2	1	1	1
	Mecanismo oscilación monitor	Entregar refrigeración complementaria en un rango angular.	1-Obstrucción del movimiento 2- Daño en el sello	1- Pérdida de abanico 2- Filtración en la boquilla	1	1	1	1	1
	Aspersores	Refrigerar tanques de manera homogénea y constante con la configuración de salida determinada	Obstrucción del aspersor	1- Pequeñas fugas 2- Poca presión y caudal	3	1	1	1	1
	Válvula diluvio	Dar inicio al sistema contra incendio de manera manual y sectorizada con lógica manual	Ruptura de membrana	1- Fuga interna	1	2	2	2	2
	Solenoides	Válvula electromagnética empleada para controlar el flujo de líquido	No se produzca campo electromagnético	1-No arranca	2	1	1	1	1

A continuación, se calcula el índice de criticidad asignado a cada activo

Ilustración 9: Resumen valores criticidad activos.

Componente mayor	Componente menor	Σ Severidad	MR=SXP
Estanque de almacenamiento de agua	Estanque de acero	7	14
	Piscina de concreto armado	7	14
	Estanque australiano	7	14
Piping General	Cañerías y válvulas de seccionamiento	4	8
Sala de bombas	Bombas Principales	12	24
	Motor eléctrico	14	14
	Motor Diesel	14	14
	Tablero controlador Bomba Principal	8	16
	Motobomba Jockey	8	24
	Tablero controlador Bomba Jockey	8	8
	Cañerías y válvulas	9	18
	Válvula alivio de presión	8	16
	Válvula Check	9	18
Estanque Diesel	Estanque y Piping	12	12
	Sensores de nivel	4	8
	Alarma	4	4
Sistema eléctrico	Alimentación equipos	4	4
	Baterías de uso y respaldo	12	24
	Estabilizador de baterías	4	4
Grifos/Monitores/aspersores	Unión Storz	5	5
	Conexión con bomberos	5	5
	Mecanismo de oscilación Monitor	4	4
	Aspersores	4	12
	Válvula de diluvio	8	22
	Solenoides	4	8

4.1.3. Gráfico.

En la ilustración se observa (ilustración 16), los resultados del análisis de criticidad basado por el modo de falla y efectos, cada sistema pondero una calificación que a su vez es clasificada según su índice de criticidad, esta fue determinada a través de los colores verde para componentes de riesgo bajo, amarillo para componentes de riesgo medio, naranja para componentes de riesgo alto y rojo para componentes de riesgo extremadamente alto.

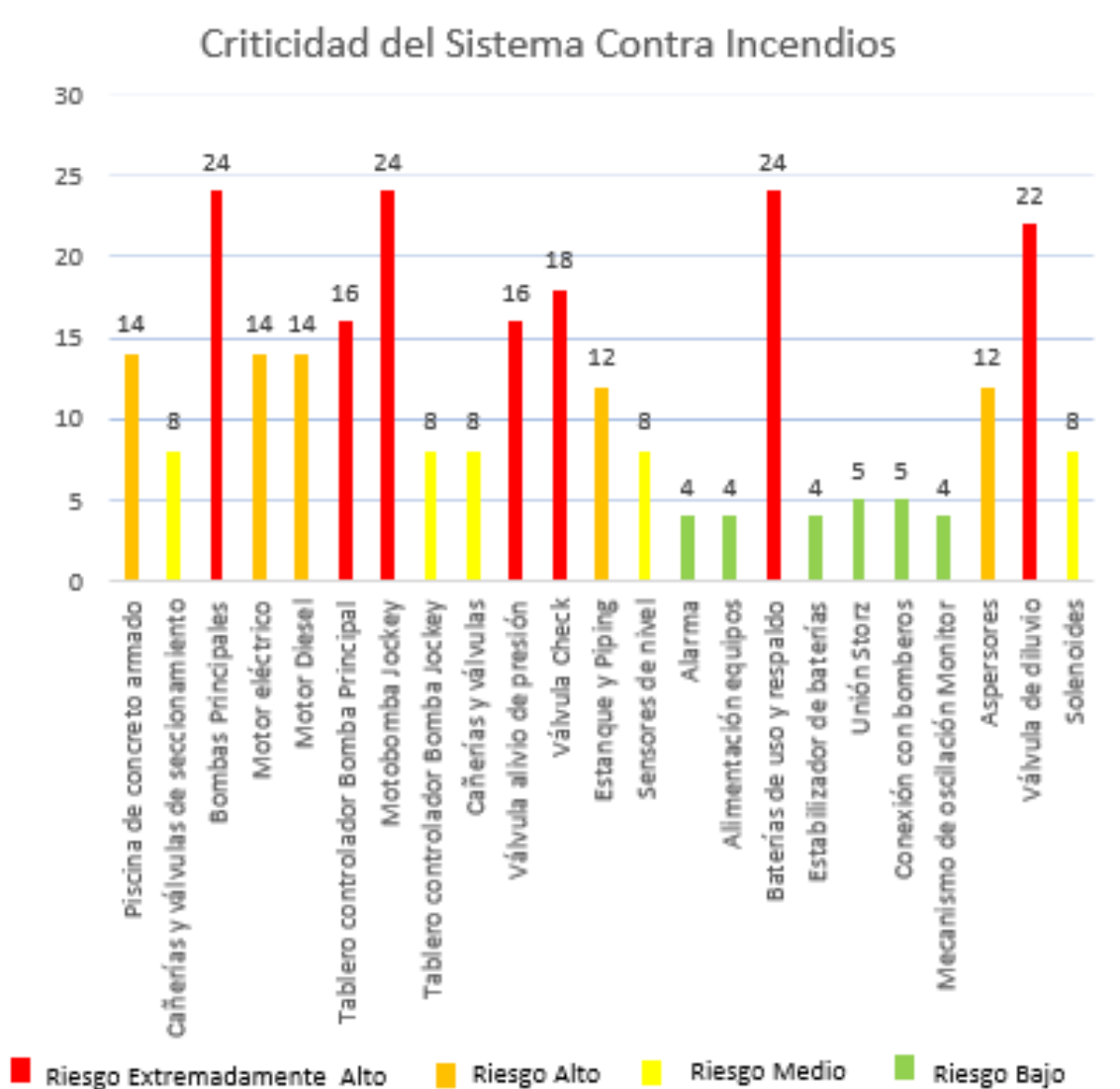


Ilustración 10: Gráfica de criticidad en sistema Contra Incendios, basado en modelo de riesgo

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Conclusiones del análisis de criticidad

A partir de la criticidad obtenida mediante la matriz, podemos concluir que los equipos más críticos se encuentran las bombas principales, bombas jockey y el piping en general, además de las baterías de respaldo. En el anexo 3 se encuentra la agrupación por criticidad de equipos.

4.1.5. Codificación de equipos

Una forma de ingresar los componentes a los sistemas computacionales, agilizar las búsquedas de estos, optimizar los recursos en repuestos y otros elementos es hacer una codificación de los activos. Así se puede tener una idea clara y accesible del inventario de bodega, fechas y otras informaciones necesarias a todas las personas que componen el área de mantenimiento.

La empresa se encuentra en un proceso de unificación y estandarización del área de mantenimiento, por lo que la codificación debe hacerse siguiendo esta línea.

A continuación, la codificación general de la empresa siguiendo la taxonomía mostrada en la ilustración 17.

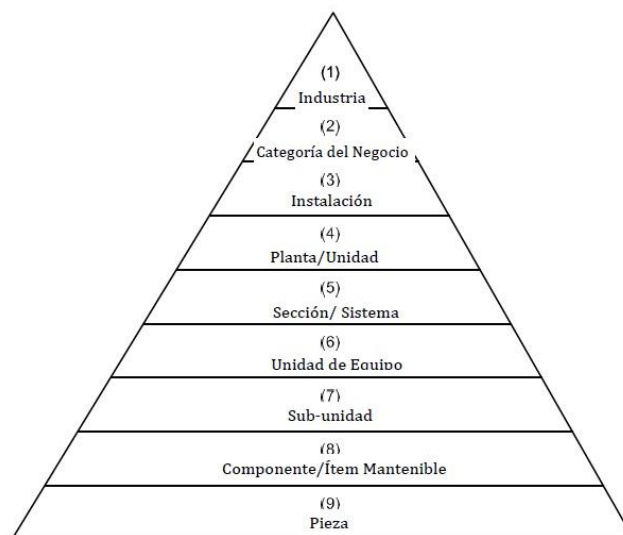


Ilustración 11: Taxonomía Fuente: ISO 14224.

Plantas:

Tabla 15: Codificación plantas a lo largo de Chile.

Planta	
Cod_Planta	Descripción
ARI	Planta Arica
IQQ	Planta Iquique
ANT	Planta Antofagasta
PEÑ	Planta El Peñon
CON	Planta Concón
MAI	Planta Maipú
SFN	Planta San Fernando
LIN	Planta Linares
TAL	Planta Talca
LEN	Planta Lengua
OSO	Planta Osorno
COY	Planta Coyhaique
PUR	Planta Puroo
PCH	Planta Puerto Chacabuco
PPA	Oficina Punta Arenas

Sectores y sistemas:

Tabla 16: Codificación de áreas de la planta.

Sistema o Sector	
Cod_Activo	Descripción
BOF	Bodegas y Oficinas
SSB	Sistema sala de bombas
SMC	Sistema mesa de carga
SAD	Sistema Aditivo
SCI	Sistema SCI
SEL	Sistema Eléctrico
SIF	Sistema instalaciones/infraestructura
TTMM	Terminal marítimo/MUELLE
SRC	Recepción camión Tanque
STA	Sistema tratamiento aguas servidas
URV	Sistema URV
UQV	Sistema UQV
SPC	Sistema Protección Catódica
SSI	Sistema seguridad industrial
SCA	Calefactor
SAP	Sistema Agua Potable
SSS	Servidores

Componentes SCI:

Tabla 17: Codificación de Equipos SCI

Equipo	
Cod_Activo	Descripción
SB	Sala de bombas agua SCI
TAA	Tanque agua
ETKD	Estanque de Diesel
MGS	Monitores, grifos, sprinklers
EXT	Extintores
PPG	Piping General
SSE	Sistema eléctrico

Componentes menores (mantenibles):

Tabla 18: Codificación de componentes menores SCI.

Unidades mantenibles	
Cod_Activo	Descripción
B1	Grupo Moto Bomba 1 SCI
B2	Grupo Moto Bomba 2 SCI
BJ1	Moto Bomba Jockey 1 SCI
BJ2	Moto Bomba Jockey 2 SCI
PPSCI	Estanque y Piping
ASCI	Aspersores

Ver tabla completa en anexo 1

La codificación queda de la siguiente manera:

Planta	Sistema	Equipo	Unidad	Correlativo
MAI	SCI	SB	BJ1	001

En el ejemplo anterior se toma como referencia la bomba 1 de la red contra incendios de la planta Maipú. Escrita de la siguiente forma: La primera casilla se encierra MAI (Maipú) planta respectiva, luego SCI (Sistema Contra Incendios) que es el sistema al que pertenece, seguido de SB (sala de motobombas agua SCI) y por último la unidad mantenible BJ1 (Bomba Jockey contra incendios 1), además se incorpora una numeración que sigue la ruta de mantenimiento, se obtiene como resultado el código MAI-SCI-SB-BJ1-001.

En la sección anexo 2 se encuentra el detalle de toda la red.

Capítulo 5

5. Propuesta de plan de mantenimiento

5.1. Plantilla Excel con Cláusulas NFPA

Se toma como referencia la norma NFPA 25 para crear una planilla en Excel, en la cual se especifica todas las actividades de mantenimiento ordenadas según equipos, ítem de actividad y frecuencia de realización y descripciones para realización del mantenimiento.

Dicha plantilla ha sido realizada con la finalidad de tener una visión más amplia de cómo aplicar las exigencias de la norma a las actividades de mantenimiento de los distintos componentes del RCI. De esta forma simplifica el trabajo de contraponer las actividades realizadas con las exigidas en la norma.

Ilustración 12: Extracto planilla Excel de la norma NFPA 25 con prueba, inspección y mantenimiento

Actividad	Activo	Semanal	Mensual	Trimestr	Semestr	Anual
Bombas de incendio						
Inspección	Caseta de bombas, rejillas de	X				
	Sistema de bombas de incendios	X				
Prueba	Operación bomba sin flujo	X				
	Operación bomba con flujo					X
Mantenimiento	Hidraulico					X
	Motor					X
	Sistema de máquina diesel		X			
Tanques de Almacenamiento						
Inspección	Estado del agua en el tanque	x				
	Pasarelas y escaleras			x		
	Área circudante			x		
	Aros y enrejados					x
	Superficies pintadas o revestidas					x
	Interior					5/3 años
Prueba	Válvulas de retención					5 años
	Alarmas de temperatura		x			
	Interruptores de límite de alta temperat		x			
	Indicadores de nivel					5 años
	Indicadores de presión					5 años
Mantenimiento	Nivel del agua					
	Desague del Sedimento				x	
	Válvulas controladoras					x
	Sistemas fijos de Pulverización de agua					
Válvulas, componentes de valvul						
Inspección	Válvulas de control Cerradas		x			
	las de control Interruptores de manip		x			
	Válvulas de alarma Exterior			x		
	Válvulas de Diluvio Encierro	x				
	Válvulas de Diluvio					5 años
	Válvulas Reductororas de Presión y					
Prueba	Conexiones de bomberos			x		
	Drinajes Principales					x
	Valvulas de Control Posición					x
	Válvulas de Control Operación					x
Mantenimiento	Válvulas de Diluvio Flujo total					x
	Válvulas de Control					x
	Válvulas de preacción/Diluvio					x
	Válvulas de Tuberías Secas					x
Tuberías de Servicio Privado						
	Casetas de mangueras			x		

5.2. Plan de mantenimiento

Una vez que se ha estudiado la norma NFPA 25 junto con la información recaudada y el análisis de criticidad ejecutado a los componentes del sistema, se realiza una lista de actividades a realizar por el área de mantenimiento esto incluye todas las que actualmente se realizan más las que es necesario implementar para cumplir con la norma NPFA 25.

El fin de este listado es llevar un control y registro de inspección, prueba y mantenimiento de los componentes.

En la tabla 20 se puede apreciar todas las actividades que son necesarias ejecutar tanto de inspección, prueba y mantenimiento. Para todo el RCI se contabiliza un total de 42 planes de mantenimiento.

De estas actividades las siguientes se pueden realizar por personal de mantenimiento, específicamente mantenedores:

- Caminatas de inspección visual para comprobar estado de componentes.
- Orden y limpieza de equipos y sala de equipos.
- Verificación de parámetros de presión, caudal, aceite, combustible, entre otros.
- Inspección posición válvulas
- Análisis de vibraciones.
- Mantención de fácil ejecución

Tabla 19: Cantidad de actividades a realizar.

Subsistema	Equipo	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	5 Años
Estanque de almacenamiento de agua	Estanque de acero						
	Piscina concreto armado						
	Estanque australiano						
Piping General	Cañerías y válvulas de seccionamiento						
Sala de bombas	Bombas Principales						
	Motor eléctrico						
	Motor diesel						
	Tablero controlador Bomba Principal						
	Motobomba Jockey						
	Tablero controlador Bomba Jockey						
	Cañerías y válvulas						
	Válvula alivio de presión						
	Válvula check						
	Estanque Diesel	Estanque y piping					
Sensores de nivel							
Alarma							
Sistema eléctrico	Alimentación equipos						
	Baterías de uso y respaldo						
	Estabilizador de baterías						
Grifos/Monitores/aspersores	Unión Storz						
	Conexión con bomberos						
	Mecanismo oscilación monitor						
	Aspersores						
	Válvula diluvio						

5.2.1. Mantenimiento de bombas

Se quiere solicitar a la empresa que actualmente tiene la licitación de mantenimiento de bombas CSG INGENIRIA, las actividades necesarias a realizar en el mantenimiento de las bombas de manera anual, esto incluye actividades que ya se realizaban con otras que se han agregado para cumplir con la norma NFPA 25, ya que este componente es crítico en la red, es necesario que sus mantenimientos anuales incluyan el desarme parcial, lubricación, pruebas y cambio de componentes deteriorados.

A continuación, se detalla en el extracto de la tarjeta de mantenimiento las actividades a realizar anualmente.

Tabla 20: Tarjeta de mantenimiento anual bomba principal RCI.

Tarjeta de Mantenimiento Preventivo			
Sub sistema:	Equipo:	Nombre de la Planta:	
Sistema Contra Incendio	Sala Bombas	Maipú	
Sub unidad:	TAG - N.º identificación:	Frecuencia:	Anual
Bomba principal	MAI-04-SCI-SB-BP-A MAI-04-SCI-SB-BP-B	Horas Hombre:	32
		Duración - horas:	16
Descripción Actividad:		Perfil Mantenedor:	
Mantenimiento anual Bomba principal		Empresa contratista especializada	
Precauciones de Seguridad:		Repuestos previstos:	
1. Procedimientos de Trabajo Seguro		No hay	
Herramientas - Instrumentos:		Consumibles:	
1) Analizador de vibraciones 2) Termómetro infrarrojo 3) Herramientas Taller mecánico 4) Llaves de torque 5) Elementos de ajuste 6) Micrómetros		Grasa (Tabla 1) Aceite ligero SAE 10 Prensa estopa Empaquetadura grafitada Elementos de limpieza	
Procedimiento:			
1. Inspeccionar el acoplamiento entre el motor y la bomba. Revisar alineamiento mecánico del acoplamiento de acuerdo a manual de referencia. La alineación paralela y angular de la bomba y el motor debe revisarse durante la prueba anual. Cualquier desalineación debe corregirse.			
2. Verificar que el impulsor este libre de corrosión y sin desgaste excesivo. Inspeccionar eje, anillos de desgaste, anillos separadores y lubricadores, anillos internos y buje porta empaquetadura; en caso de daño o desgaste excesivos cambiar de acuerdo a manual de referencia.			
3. Lubricar descansos. Lubricar con grasa los descansos antifricción y el acoplamiento mecánico de acuerdo a la indicación del fabricante, de acuerdo a lo indicado en Tabla 1.			
4. Revisión de ajustes de montaje del eje de acuerdo a tolerancias indicadas en el manual de referencia. Cambiar empaquetadura grafitada prensa estopa. Limpiar conductos de enfriamiento de la bomba.			
5. Verificar que no existan fugas de agua en el piping, bombas, válvulas o instrumentación al interior de la sala de bombas. Revisar filtros de succión de foso húmedo. Drenar circuitos de agua.			
6. Verificar las condiciones ambientales relacionadas al operación de la sala de bombas (instalación, ventilación, iluminación).			

5.2.2. Check list de tareas periódicas

Siguiendo con lo que nos entrega la NFPA 25 y el cuadro síntesis de actividades necesarias a realizar de la tabla 17, la cual nos entrega la cantidad de planes de tareas por equipo según el tiempo en que es necesaria la realización, se desarrollan tarjetas de mantenimiento para cada periodo y componente las cuales entregan las bases para la posterior realización de los check list, el cual puede ser implementado en software como SAP PM o FRACTTAl, los cuales la empresa pretende implementar de manera gradual en todas sus plantas, además de ser muy útiles al momento de realizar auditorías.

A continuación, se muestra un ejemplo de una tarjeta para un plan semanal de la bomba principal, se elige este componente debido a su criticidad.

Tabla 21: Tarjeta mantenimiento semanal bomba principal.

Tarjeta de Mantenimiento Preventivo			
Sub sistema:	Equipo:	Nombre de la Planta:	
Sistema Contra Incendio	Sala Bombas	Maipú	
Sub unidad:	TAG - N° identificación:	Frecuencia:	Semanal
Bomba principal	MAI-04-SCI-SB-BP-A MAI-04-SCI-SB-BP-B	Horas Hombre:	0,5
		Duración - horas:	0,5
Descripción Actividad:		Perfil Mantenedor:	
Prueba semanal Bomba principal		Mantenedor Mecánico	
Precauciones de Seguridad:		Repuestos previstos:	
1. Procedimientos de Trabajo Seguro aprobados		No hay	
Herramientas - Instrumentos:		Consumibles:	
1) Termómetro infrarrojo 2) Herramientas Taller mecánico		Elementos de limpieza	
Procedimiento:			
1. Realizar prueba semanal de funcionamiento en presencia de personal operador calificado en modo manual (local y remoto). Realizar inspección visual de la condición general del equipo y registrar observaciones.			
2. Registrar lecturas de los manómetros de succión y descarga de cada bomba. Registrar la presión inicial de la red.			
3. Revisar los sellos, empaquetadura de la bomba para detectar descargas leves (goteo). Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetadura, si es necesario.			

Tabla 22: Check list bomba principal semanal.

Componente:	Modelo:	Técnico:	
Sub unidad:	OT:	Fecha:	
Bomba principal-		Hora Inicio:	
		Hora Fin:	
Check list			
Inspección general			
	Sí	No	
1. Bomba Jockey se encuentra en modo automático			
2. Motor diesel se encuentra en modo automático			
3. Sala de bomba se encuentra limpia y ordenada			
4. Valvula de alimentación se encuentra abierta			
5. Valvula de succión se encuentra abierta y con candado			
6. Manómetros se encuentran en buenas condiciones			
Motor diesel y controlador			
7. Bateria de motor diesel con carga y conectada			
8. Se encuentran los bornes de batería en buenas condiciones			
9. Existen fugas de agua			
10. Existe fuga de combustible			
11. Se reviso nivel de aceite			
12. El nivel de aceite es el adecuado			
13. El estado del aceite es el adecuado			
14. El estado de las correas de motor están en buenas condiciones			
15. Voltaje de baterías en vacío			volt
16. Voltaje de baterías en funcionamiento			volt
17. rpm motor en funcionamiento			RPM
18. Presion de arranque bomba jockey			PSI
19. Presion de parada bomba jockey			PSI
20. Presión de arranque bomba			PSI
21. Temperatura motor			°C

Tabla 23: Check list trimestral bomba principal

Componente:	Modelo:	Técnico:	
Sub unidad:	OT:	Fecha:	
Bomba principal		Hora Inicio:	
		Hora Fin:	
Check list			
		SI	NO
Rev. Sistema partida y batería motor diesel			
Rev. Sistema de refrigeración motor diesel			
Registro de funcionamiento motor diesel			
Aseo sala motor diesel			
Revisar funcionamiento calefactor			
Revisar nivel aceite motor			
Revisar nivel agua refrigeración			

Dentro de los check lists de los ejemplos anteriores se observa que hay actividades tanto de inspección, prueba y mantenimiento para la bomba principal estas pertenecen al periodo semanal, pero se replicó a todos los periodos siguientes (mensual, trimestral, semestral, anual, quinquenal)

5.2.3. Cronograma de Actividades

Con la finalidad de llevar un control y planificación de las actividades del plan de mantenimiento es que se realiza un calendario con las fechas de las semanas a contar de marzo, el cual esta subdividido en la tareas semanales, mensuales, trimestrales y semestrales que se deben realizar. En el calendario es posible apreciar el momento exacto en que se debe realizar alguna actividad mantenimiento, prueba o inspección. Esta herramienta nos ayuda a planificar los gastos asociados al plan de mantenimiento en un tiempo determinado, ya que es posible tener un registro preciso de las actividades realizadas en un periodo.

	01-03-2021	08-03-2021	15-03-2021	22-03-2021	29-03-2021	05-04-2021	12-04-2021	19-04-2021
	05-03-2021	12-03-2021	19-03-2021	26-03-2021	02-04-2021	09-04-2021	16-04-2021	23-04-2021
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
	Mes 1				Mes 2			
	Trimeste 1							
Tareas Semanales								
Tareas Mensuales								
Tareas Trimestrales								
Tareas Semestrales								
Tareas Anuales								
Tareas Quinquenales								

Ilustración 13: Extracto Calendario de actividades para el RCI.

5.3. Análisis preliminar de costos

Se realiza una tabla con la información de la carga del plan de mantenimiento propuesto al equipo de mantenedores de la planta. Se distribuye según la cantidad de tareas por periodo y las horas necesarias para realizar estas. Se debe mencionar que para la realización del mantenimiento anual es necesario una mano de obra más calificada lo que implica un mayor costo. En la tabla 22 se muestra el desglose:

Tabla 24: Detalle valor HH por tipo de tarea.

Tipo de tarea	Cantidad[u]	Tiempo[h]	Tiempo anual [h]	Valor HH [\$]	Total año [\$]
Semanal	5	0,5	130	5000	650000
Mensual	3	2	72	5000	360000
Trimestral	4	4	48	5000	240000
Semestral	7	4	56	5000	280000
Anual	10	32	320	7500	2400000
				Total	3930000

A continuación, se detallan algunos de los costos necesarios para la implementación del plan de mantenimiento en la planta Maipú:

Tabla 25: Costos Plan de mantenimiento

Descripción	Unidad	Detalle	Valor unitario	Valor total
Software de mantenimiento	1	SAP PM	5463600	5463600
Contrato Mantenimiento Preventivo	1	Válvulas de diluvio		5423000
		Motores		
		Grifos		
		Monitores		
		Mímico		
Contrato de mantenimiento Emergencia	Visita	Emergencia	120000	120000
Herramientas	4	Cámara termográfica	783760	3044560
		Sensor de vibraciones	760800	
		Torquímetro	300.000	
		Celular para completar fracttal aprueba de explosiones e intrínsecamente seguro	1200000	
Capacitación	1	Herramientas		180000
Mantenedores	Hora	Mantenedores	5000	1530000
		Instrumentista	7500	
			Total	15761160

De la tabla anterior es relevante mencionar que las licencias de los softwares son negociadas en uf, es por ello por lo que, el valor puede variar en el momento de la implementación ya que fueron calculados con el valor actual. El software de mantenimiento que se utilizara es SAP PM, luego de que se realizara distintas cotizaciones, además de un análisis de las necesidades específicas de la empresa, por tanto, la planta se decide que es el que mejor se adapta, estas necesidades son la estandarización de mantenimiento, registro de actividades preventivas y correctivas y una manera de dejar avisos por terceros de hallazgos o mejoras posibles en los componentes. Posteriormente se pretende migrar a SAP pm por el tema de los costos asociados a las OT y los repuestos que se utilizaran, ya que la empresa cuenta con SAP para su gestión y el uso de SAP PM permite una mejor gestión de repuestos al ser una extensión de la misma plataforma.

Dentro del contrato de mantenimiento preventivo se incluye todos los equipos de la red contra incendio, incorpora la parte lógica de este (PLC). El objetivo es asegurar la disponibilidad de los equipos en el momento necesario, disminuyendo el riesgo inherente. Por otra parte, el contrato de emergencia consta de visitas de emergencia donde se paga solo la visita para revisar cual es el error, problema o pérdida de la función principal, en este sentido solo se incluye en el precio el diagnostico, el posterior repuesto se debe pagar de manera aparte y será gestionado por la empresa de manera oportuna. Las 4 herramientas mencionadas en la lista son una inversión única en el tiempo que el plan de mantenimiento se mantenga vigente, la capacitación mencionada en este punto corresponde al buen manejo de estas mismas.

En el último punto donde se menciona la mano de obra necesaria (mantenedores), podemos clasificarlos según la necesidad específica de la tarea a realizar, esta clasificación es en mantenedores comunes los cuales forman parte del área de mantenimiento y atienden otras necesidades de mantenimiento de maquinaria de la planta, luego se tiene 2 mantenedores con capacitación especial para el área y un instrumentista, además los trabajadores del área de mantención son los encargados de ser los supervisores directos de los trabajos de mantenimiento realizados por terceros y contratistas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Gracias al levantamiento de componentes de la red contra incendios se puede desglosar los equipos presentes en la red con la finalidad de estandarizar los componentes de las plantas y sus características identificar sus posibles modos de falla.

Con el análisis de criticidad realizado es posible tener conocimiento de los equipos críticos de la red, con esto se produce una mejora en la planificación y programación de los mantenimientos, ya que se prioriza la realización de tareas y optimización de recursos en dichos equipos.

Del análisis anterior se obtuvo que el componente mayor más crítico es la sala de bombas, cuya unidad mantenible crítica son las bombas con una graduación de 24. • De estos resultados, se observa que se deben gestionar prioritariamente los recursos para mantenerlas en óptimas condiciones, esto implica priorizar las tareas de mantenimiento periódicos y la gestión de repuestos específico

Considerando el diseño de la propuesta del plan de mantenimiento, permite asegurar a la empresa el cumplimiento de las tareas descritas en la NFPA 25, además de poder incluir las actividades en el manual oficial de mantenimiento para ser registrado en un software de mantenimiento. Finalmente se concluye que con la inversión en esta propuesta aumentaría de manera considerable la seguridad e integridad de los trabajadores y entorno, lo que traerá beneficios a la empresa al momento de licitar un seguro de protección, además de una mejor proyección del presupuesto anual de mantenimiento.

Recomendaciones

A partir del levantamiento de información de los componentes de la red contra incendios usada en este trabajo se pueden mencionar sugerencias y recomendaciones para la red contra incendios de la planta, que salen de los alcances de este trabajo de título.

- La modernización y rediseño de la red agregando monitores de agua alrededor de las mesas de llenado y cilindros de GLP.
- Diseñar e instalar un panel de control de alarmas de incendio UL864, direccional ubicado en un área donde se encuentre personal 24 horas, donde se encuentren todas las señales de detección de la planta, esto debe ser implementado por una firma de ingeniería en protección de incendios.
- La actualización de los planos de la red contra incendios además de realizar un análisis hidráulico y calculo hidráulico.
- Para poder monitorear el desarrollo del plan se propone la implementación de indicadores de desempeño KPIs capaces de entregar información relevante al área de gestión del mantenimiento.
- La capacitación de toda el área que realiza las tareas de mantenimiento en el software de mantenimiento, con la finalidad de que todo el personal sea capaz de realizar los registros de actividades, formando un historial ordenado y eficiente a la hora de ocurrir un incidente o gestionar algún repuesto.

Referencias

[1] Normas NFPA, NFPA en Latinoamérica [en línea] <<https://www.nfpa.org/~nfpajla/nfpa-en-latinoamerica/nfpa-en-espanol>>. [Consulta: 21 de julio 2019]

[2] Informe final de los usos de la energía de los hogares Chile 2018

[3] ISO-31000 [en línea]< <https://www.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/iso-31000/>>[Consulta 2 de Agosto 2019]

[4] Pistarelli, Alejandro J. Manual De Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización. 1° ed. Buenos Aires. Talleres Gráficos R y C, 2010. ISBN 978-987-05-8420-9

[5] Recopilación De La Normativa Nacional De Seguridad Contra Incendios. [Consulta: 23 de Abril.2020] <<https://es.scribd.com/document/346964147/Manual-de-Seguridad-contra-Incendios-CChC-enero2014-pdf>>

[6] KHAN F.I., Haddara M.M. Risk-based maintenance (RBM): A quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. Journal of loss prevention in the process industries 16 (2003) 561-573.

[7] Pagina ABASTIBLE S.A [Consulta 15 diciembre 2020] <<https://www.abastible.cl/corporativo/somos-abastible/>>

[8] AMERICAN Petroleum Institute (API), United States. Risk-Based Inspection, API Recommended Practice 580, 2ªed. Noviembre 2009. 1-24p.

[9] Repositorio u de chile [Consulta 28 octubre 2020]<<http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/21832-2.pdf>>

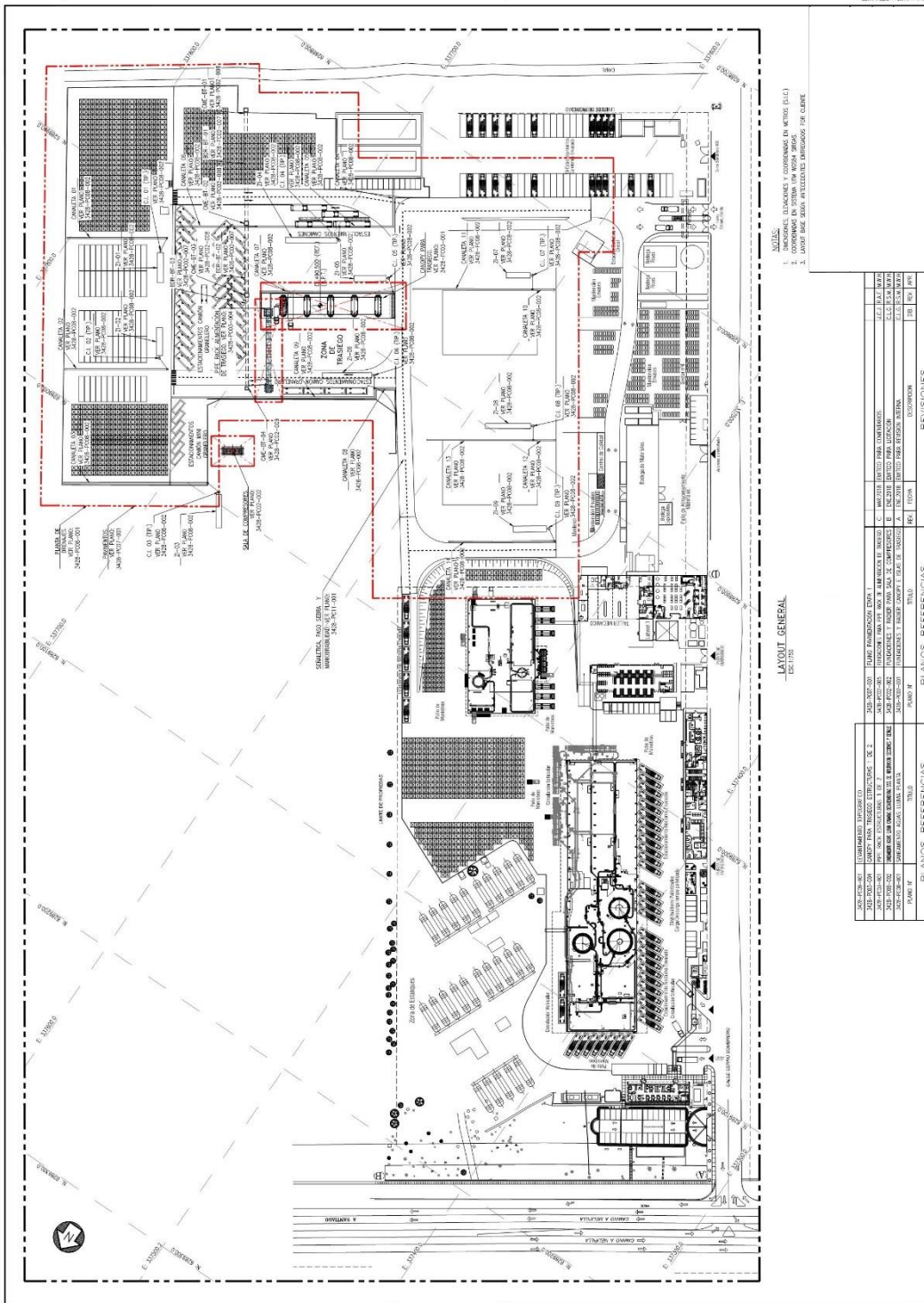
Anexo 1

Codificación de equipos

MAI	SCP	SCI	GRL	001
MAI	SCP	SCI	SDA	001
MAI	SCP	SCI	SDB	001
MAI	SCP	SCI	ESP	001
MAI	SCI	TAA	PPSCI	001
MAI	SCI	ETKD	PPSCI	002
MAI	SCI	ETKD	PJSCI	001
MAI	SCI	ETKD	PJSCI	002
MAI	SCI	MGS	SDB	001
MAI	SCI	EXT	ESP	001
MAI	SCI	EXT	ESP	002
MAI	SCI	PPG	PPSCI	001
MAI	SCI	SSE	ASCI	001
MAI	SCI	SSE	ASCI	002
MAI	SCI	GG	GGSCI	001
MAI	SCI	GG	GGSCI	003
MAI	SCI	GG	GGSCI	00i
MAI	SCI	GD	GDSCI	001
MAI	SCI	GD	GDSCI	00i
MAI	SCI	CM	CMSCI	001

Anexo 2

Plano planta



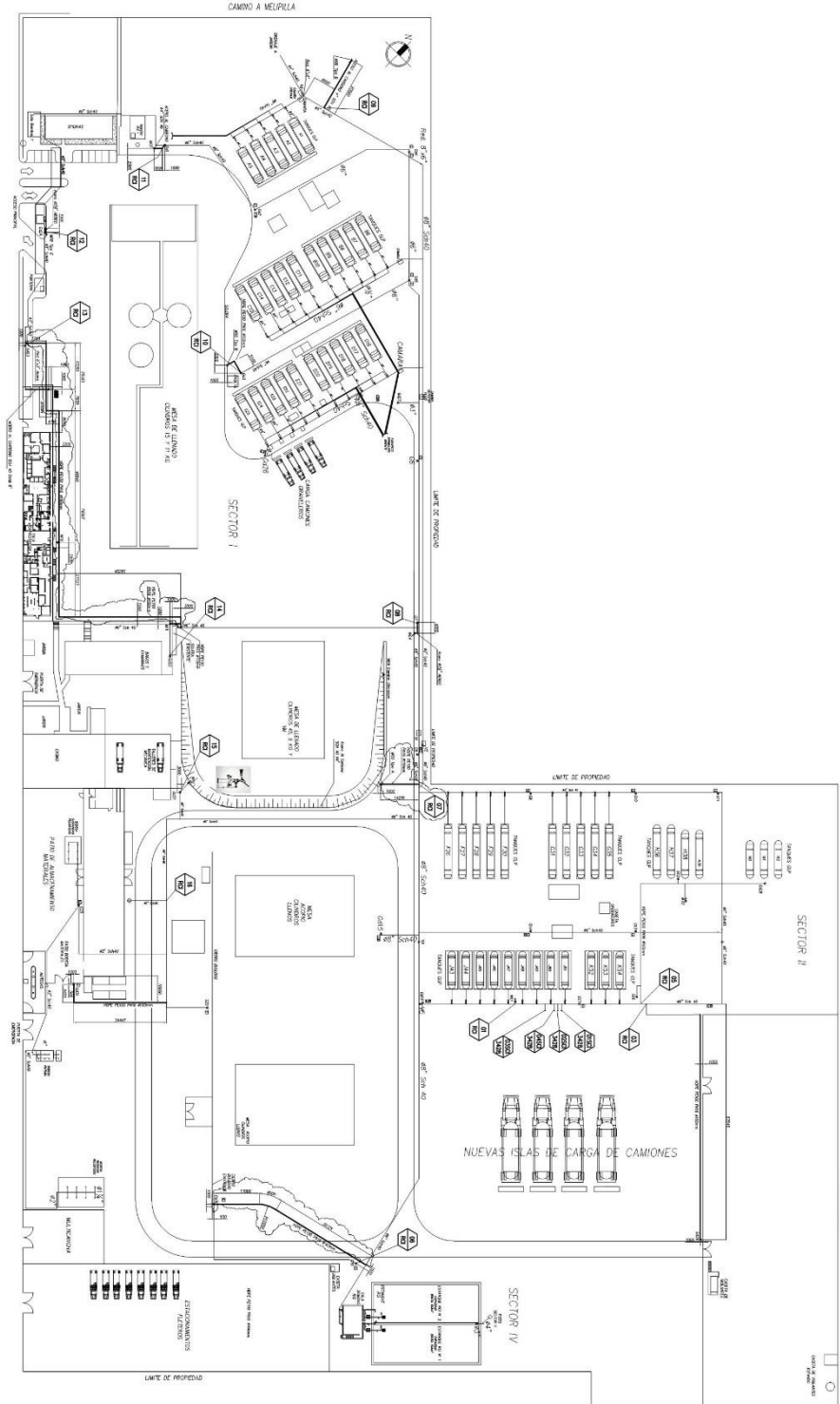
LAYOUT GENERAL
ENC. 100

- NOTAS:
1. DIMENSIONES ELEVACIONES Y POSICIONAMIENTO EN METROS (E.C.T.)
 2. LINEAS DE CORTES SEÑALADAS CON UN TRAZO DE PUNTO Y VIGA.
 3. LAYOUT BASE AREA ANTECEDENTE ENTREGADO POR CLIENTE.

PLANOS REFERENCIAS		PLANOS REFERENCIAS		REVISIONES	
ITEM N°	FECHA	ITEM N°	FECHA	FECHA	REVISOR
100-01	2010-01-01	100-01	2010-01-01		
100-02	2010-01-01	100-02	2010-01-01		
100-03	2010-01-01	100-03	2010-01-01		
100-04	2010-01-01	100-04	2010-01-01		
100-05	2010-01-01	100-05	2010-01-01		
100-06	2010-01-01	100-06	2010-01-01		
100-07	2010-01-01	100-07	2010-01-01		
100-08	2010-01-01	100-08	2010-01-01		
100-09	2010-01-01	100-09	2010-01-01		
100-10	2010-01-01	100-10	2010-01-01		

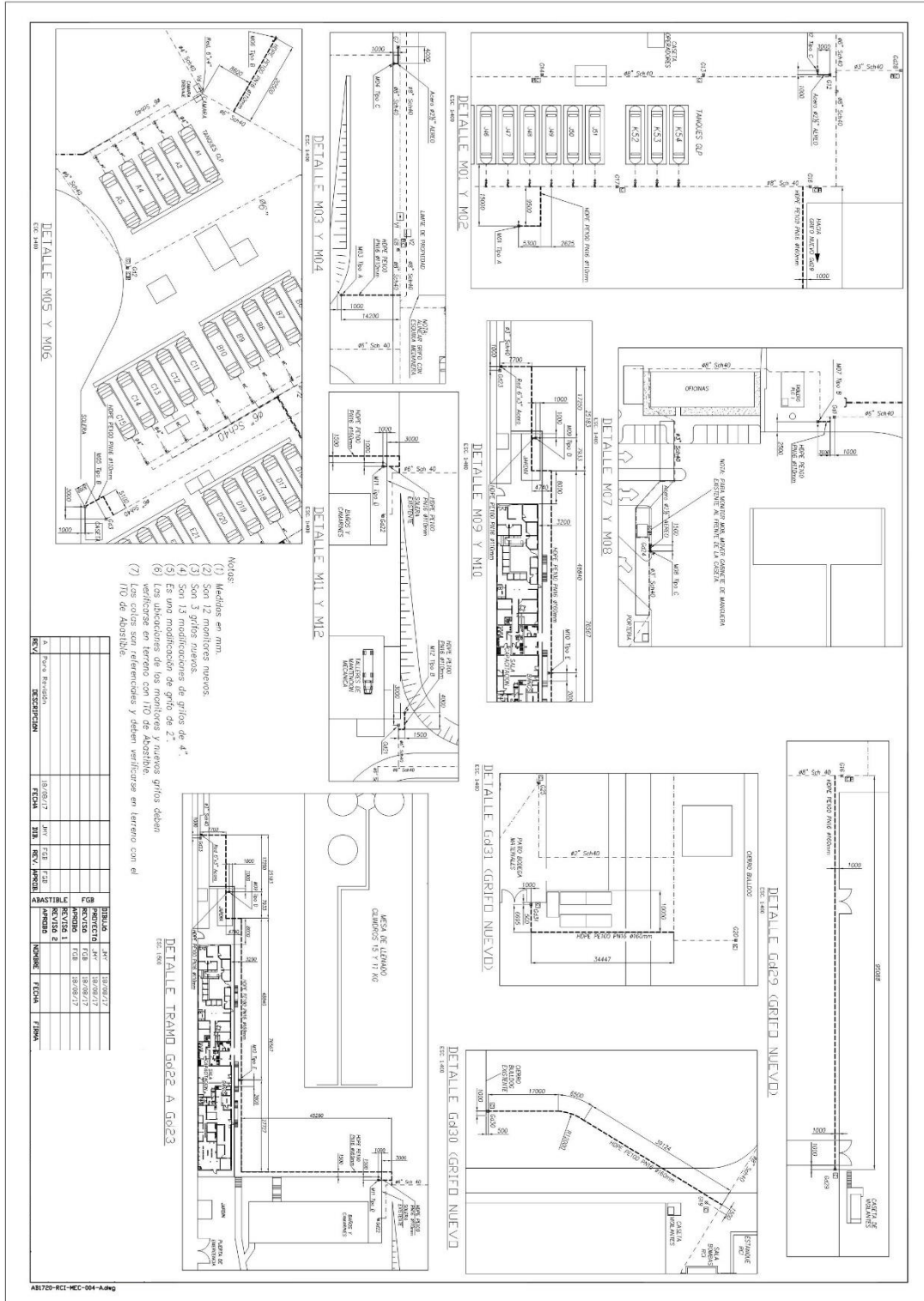
Anexo 5

Layout numeración RCI



Anexo 6

Plano Grifos RCI



Anexo 7

Agrupación por Criticidad equipos planta

Criticidad Extremadamente Alta
Bombas principales
Tablero controlador bomba principal
Motobomba jockey
Válvula alivio presión
Válvula check
Baterías de uso y respaldo
Válvula de diluvio

Criticidad Media
Cañerías y válvulas de seccionamiento
Tablero controlador bomba jockey
Cañerías y válvulas
Sensores de nivel
Solenoide

Criticidad Alta
Piscina de concreto armado
Motor eléctrico
Motor diesel
Estanque y piping
Aspersores

Criticidad Baja
Alarma
Alimentación de equipos
Estabilizador de baterías
Unión Storz
Conexión con bomberos
Mecanismo de oscilación monitor