

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE  
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**VICERRECTORADO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



**OPTIMIZACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE  
LA PLANTA DE ENGARRAFADO Y ALMACENAJE  
QHORA QHORA PARA EL CUMPLIMIENTO DE  
ESTANDARES INTERNACIONALES**

**TRABAJO EN OPCION A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,  
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE HIDROCARBUROS**

**WENDY CUIZA MAMANI**

**Sucre - Bolivia  
2023**



## **CARTA DE SECCION DE DERECHOS**

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diplomado en Transporte, Almacenamiento y Distribución de Hidrocarburos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Wendy Cuiza Mamani

Sucre, diciembre de 2023

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a:

A Dios, por haberme dado las fuerzas y la sabiduría para culminar esta etapa importante de vida.

A mi Mama Elena Mamani V, mi Papa Florencio Cuiza J, que son las personas que me han apoyado e impulsado durante el trayecto de mi carrera brindándome comprensión y apoyo tanto espiritual como económico.

A mis hermanos por siempre brindarme comprensión y apoyarme en los momentos más difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser mi guía en este viaje académico. Su sabiduría han sido la fuerza que me impulsó a alcanzar este logro.

A mis padres, quienes han sido mis pilares a lo largo de este camino. Su amor incondicional, apoyo y sacrificios han hecho posible este logro. Agradezco infinitamente por su dedicación y aliento constante.

A mis hermanos, cuyo amor y apoyo han sido mi refugio en los momentos más desastrosos de mi vida. a mis sobrinos gracias por ser mi fuente inagotable de alegría.

A mis amigos, quienes han sido un apoyo en m travesía académica. Sus risas, apoyo y comprensión han aliviado las tensiones y han convertido esta travesía en una experiencia significativa. Agradezco su amistad y complicidad en cada paso del camino.

*Wendy Cuiza Mamani*

## RESUMEN

Indudablemente el manejo de combustibles, Gas Licuado de Petróleo (GLP) es de suma importancia para Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) el sistema de engarrado y almacenaje de GLP de la Planta de Qhora Qhora es de vital importancia para el abastecimiento a la población, es por eso la importancia de su operación y por ende optimizar el sistema contra incendios que es esencialmente para garantizar la seguridad operativa y la protección de los activos. Este proceso implica la revisión y mejora continua de las medidas preventivas, la detección temprana y los planes de respuesta ante emergencias.

Para la optimización de la Planta se elaborará un diagnóstico al sistema contra incendios, como extintores, sistemas de rociadores y mangueras, skid de bombeo entre otros que son elementos clave. Todo esto se lo realizara bajo normas NPFA y otras normas de apoyo. Es esencial garantizar que estos dispositivos estén en condiciones operativas óptimas y se sometan a inspecciones regulares. Además, se debe capacitar al personal en el uso adecuado de estos equipos y en los procedimientos de evacuación.

En conclusión, la optimización del sistema contra incendios en la planta de Qhora Qhora requiere un enfoque integral que abarque la evaluación de riesgos en cada área de trabajo, la implementación de tecnologías avanzadas y el mejoramiento de los equipos con los que cuenta, por lo cual se realizan las recomendaciones pertinentes, como realizar un mantenimiento adecuado a los equipos y una planificación detallada de la respuesta ante emergencias. Este enfoque garantizará un entorno de trabajo seguro y la protección efectiva de la planta y sus activos

## INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO No 1:INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.1 Justificación Técnica.....	3
1.3.2 Justificación Económica.....	3
1.4 Metodología.....	3
1.4.1 Métodos Teóricos.....	3
1.4.2 Métodos Empíricos.....	4
1.4.3 Técnicas e instrumentos de Investigación.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO No 2: DESARROLLO.....	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 Planta de Engarrafado de GLP.....	6
2.1.2 Normas NPFA.....	6
2.1.3 Sistemas de Protección Contra Incendio.....	6
2.1.4 Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	8
2.1.5 Estudio de Carga de Fuego.....	12
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	13
2.2.1 Ubicación.....	13
2.2.2 Descripción de la planta engarrafadora.....	13
2.2.3.Diagnóstico.....	17
2.2.4 Reporte Fotográfico.....	30

2.3	Información y datos obtenidos .....	39
2.3.1.	Análisis de riesgos de la planta Qhora Qhora .....	39
2.3.2.	Sistema Hidráulico Contra Incendio .....	48
2.3.3.	Selección y Distribución de Extintores .....	60
2.3.4.	Resultados de la Selección y Distribución de Extintores .....	65
2.4	Análisis y discusión.....	66
2.4.1	Análisis de resultados.....	66
2.4.1	Discusión de resultados.....	67
2.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	67
2.5.1	Conclusiones.....	67
2.5.2	Recomendaciones .....	68
	BIBLIOGRAFÍA .....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Propiedades Físico Químicas del GLP .....	8
Tabla N° 2	Tanques de Almacenamiento de GLP .....	15
Tabla N° 3	Puntos de referencia en la Planta Qhora Qhora .....	18
Tabla N° 4	Cumplimiento de los Extintores sobre la NFPA .....	19
Tabla N° 5	Cumplimiento de la red de Agua con la NFPA .....	23
Tabla N° 6	Cumplimiento de los Ambientes Administrativos con la NFPA .....	30
Tabla N° 7	Análisis de Riesgos de la Planta Qhora Qhora.....	40
Tabla N° 8	Selección de Extintores en la Sala Eléctrica.....	61
Tabla N° 9	Selección de Extintores en el Cargadero de GLP.....	61
Tabla N° 10	Selección de Extintores en el Área de Tanques .....	62
Tabla N° 11	Selección De Extintores en el Área de Tanques.....	62
Tabla N° 12	Selección de Extintores en la Planta de Engarrafado.....	63
Tabla N° 13	Selección de Extintores en la sala de Compresores De Aire .....	63
Tabla N° 14	Selección De Extintores En La Planta De Recalificación.....	64
Tabla N° 15	Selección De Extintores En El Taller De Mantenimiento .....	64

Tabla N° 16 Selección de Extintores en el Área de Bombas.....	65
Tabla N° 17 Selección de Extintores en la Sala De Control .....	65
Tabla N° 18 Numero de Extintores a Instalar en La Planta .....	66

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1 Rombo de Riesgo del GLP Según la NFPA 704 .....	9
Figura N° 2 Pasos de un BLEVE .....	11
Figura N° 3 Ubicación de la Planta Engarrafadora Qhora Qhora .....	13
Figura N° 4 Compresor para trasvase de GLP en camiones.....	14
Figura N° 5 Tanques Horizontales de GLP .....	16
Figura N° 6 Tanques Esférico de GLP para Interfase .....	17
Figura N° 7 Plano General de la red de Agua Contra Incendios .....	18
Figura N° 8: HIDRANTE-MONITOR #1.....	31
Figura N° 9 Hidrante-Monitor #2 .....	31
Figura N° 10 Hidrante-Monitor #3 .....	32
Figura N° 11 Hidrante-Monitor #4 .....	32
Figura N° 12 Hidrante-Monitor #5 .....	33
Figura N° 13 Sector de Tanques Horizontales .....	33
Figura N° 14 Sector de Tanques Horizontales (Vista Rociadores) .....	34
Figura N° 15 Extintores en la Planta .....	35
Figura N° 16 Gabinetes .....	36
Figura N° 17 Zona de La Bombas Portátil.....	36
Figura N° 18 Engarrafadora.....	37
Figura N° 19 Aspensor en la Engarrafadora .....	37
Figura N° 20 Sala de Tableros Eléctricos.....	38
Figura N° 21 Oficinas.....	38
Figura N° 22 Arreglo Típico de una Bomba Contra Incendios con Motor a Diésel.....	54
Figura N° 23 Arreglo Típico de una Bomba Contra Incendios con Motor Eléctrico.....	55
Figura N° 24 : Caseta de Bombas.....	56
Figura N° 25 Caseta De Bombas.....	57
Figura N° 26 Sistema con Circuito Cerrado. ....	58
Figura N° 27 Tanques Horizontales de GLP con un Sistema de Aspersión con 100% De Cobertura.....	59
Figura N° 28 Sistema NOVEC para sala de Control y sala Eléctrica.....	60

## CAPITULO No 1: INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

#### **Antecedentes nacionales**

En la actualidad hay bastante información académica sobre el diseño de sistemas contra incendios de acuerdo al estándar de la NFPA (National Fire Protection Association) en diferentes instalaciones, pero no hay trabajos específicos que se enfoquen al diagnóstico de un sistema que ya está instalado, posiblemente por ser un tema muy específico y peculiar que no es priorizado en la actualidad.

En este sentido no hay trabajos de investigación publicados recientemente en Bolivia referentes a este tema, es decir, un estudio específico y puntual sobre la descripción del estado actual producto de una mala instalación o falta de mantenimiento. Toda esta situación motiva a desarrollar el presente trabajo, la cual podría ser un referente para otros investigadores que busquen solucionar problemas producto de malas instalaciones.

#### **Antecedentes internacionales**

En la **UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA (Guayaquil - Ecuador)**, Christian Enrique Petersen Ramirez (2015), realizó un estudio sobre el **“Diseño de un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema contra incendios basado en la norma NFPA 25 aplicado a la universidad politécnica salesiana”** cuya finalidad fue elaborar un manual de mantenimiento producto de un diagnóstico realizado al sistema contra incendio actual con el que cuentan en dicha universidad.

En la **UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA (Bogotá – Colombia)**, Santiago Lobo Guerrero Uribe (2011), realizó un estudio sobre el **“ANÁLISIS DE RIESGO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, SEDE CALLE 100”** cuya finalidad fue la de analizar los riesgos de incendio y optimizar la red contra incendio existente en la Universidad Militar Nueva Granada, producto de una evaluación del sistema de red contra incendio existente.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta engarrafadora de Qhora Qhora, se caracteriza por ser una central de almacenamiento que resguarda y manipula grandes cantidades de GLP (Gas licuado de petróleo); por ende, se encuentran expuestas a diversos riesgos tales como incendio, explosión, fuga, derrames, entre otros, que de materializarse pueden ocasionar graves consecuencias para los trabajadores de la planta, vecinos, bienes y medio ambiente.

El sistema contra incendios con el que cuenta la planta de almacenaje y engarrafado Qhora Qhora fue construido en la primera década del nuevo milenio, de manera inicial se instaló un skid de bombeo improvisado, el cual no cuenta con ninguna certificación en el área de los sistemas contra incendios, de igual manera, no se tienen registros sobre los requerimientos de servicios auxiliares como ser: ubicación de los extintores de fuego, sala de control eléctrico, rociadores, tubería, valvulería, etc.; por ende, se desconoce si estos cumplen con los estándares requeridos de la norma NFPA. Al no contar con registros sobre el cumplimiento de la norma NFPA, se desconoce si dicha instalación (equipos, piping, accesorios, etc.) cuentan las exigencias necesarias que garantice que el sistema contra incendios funcione a cabalidad en caso de contingencia o simplemente que cubra todas las áreas en riesgo de conato de fuego. (YPFB CORPORACION, 2021)

Cabe resaltar, que, en la actualidad, la red del sistema contra incendio de la planta Qhora Qhora no cuenta con diagnóstico sobre su situación actual, desconociendo de esta manera el estado operativo, la disposición, cobertura, el equipamiento mínimo necesario, etc., por lo cual no se estaría dando cumplimiento con la normativa NFPA. Por otro lado, el sistema de protección contra incendios no cuenta con un plan de mantenimiento a los equipos principales, por ende, no se cumplen revisiones en tiempos determinados, no se cuenta con un stock de repuestos críticos, etc., generando nuevamente el incumplimiento a las recomendaciones exigidas por el estándar nacional.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 Justificación Técnica**

La planta de combustibles líquidos de Qhora Qhora está expuesta a diversos riesgos, siendo el incendio uno de los más críticos debido a la naturaleza inflamable de los productos que se manejan. Elaborando una evaluación al sistema contra incendio de la planta Qhora Qhora se podrá verificar si toda la instalación y sus componentes cumplen el estándar de la NFPA, el cual es la principal norma que rige el sistema contra incendios en las plantas que realizan operaciones hidrocarburíferos. Por otro lado, al tener cumplimiento total de la normativa NFPA podrá ser asegurada en caso de incidentes sin ningún problema alguno.

### **1.3.2 Justificación Económica**

Teniendo un eficiente sistema contra incendios de acuerdo a estándares internacionales la planta Qhora Qhora garantizará que en caso de intendentos habrá una medida de protección y mitigación de fuegos resguardando la integridad de todos los operadores y de los equipos que componen la planta; por lo que se ahorrará grandes cantidades de dinero en lo que se refiere al pago de sanciones y/o reposición material en caso de daños.

Al reducir los riesgos, mejorar la eficiencia operativa y disminuir los costos asociados a incendios, estamos fortaleciendo la resiliencia de nuestra planta de combustibles y asegurando una operación sostenible y rentable a largo plazo.

## **1.4 Metodología**

### **1.4.1 Métodos Teóricos**

- **Método Cuantitativo**

Dentro del presente proyecto, este método tendrá su aplicación en la estimación numérica de ahorro de costos debido a la adecuación del sistema contra incendios.

- **Método Sintético**

Tendrá su aplicación en la adecuación a estándares internacionales de todo el sistema contra incendios de la planta Qhora Qhora.

- **Método Analítico**

El método, será de gran ayuda puesto que facilitará la tabulación, análisis y su interpretación, así como en base a un diagnóstico, plantear soluciones a los problemas identificados en el sistema contra incendios de la planta Sucre.

#### 1.4.2 Métodos Empíricos

- **Método Bibliográfico**

Es aplicable en búsqueda de libros, revistas, artículos científicos publicados por diferentes investigadores, la cual será primordial en la elaboración de la fundamentación teórica.

#### 1.4.3 Técnicas e instrumentos de Investigación

- **Revisión bibliográfica**

Es muy importante ya que a través de ella se extraerá toda la recopilación de información tanto de Libros, revistas, informes electrónicos, catálogos, artículos de internet con la finalidad de estructurar la revisión de literatura, los cuales serán aprovechados dentro del presente proyecto.

- **Entrevistas**

Se realizarán preguntas, consultas a personal técnico relacionado en el rubro y a operadores de bombas en plantas de hidrocarburos.

## **1.5 OBJETIVOS**

### 1.5.1 Objetivo General

Realizar un estudio técnico con la finalidad de optimizar el sistema contra incendios de la planta Qhora Qhora de acuerdo al estándar de la NFPA.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la planta de almacenaje y engarrado de Qhora Qhora.
- Realizar un ckeck list de cada componente del sistema contra incendios presentes en la planta Qhora Qhora para verificar el grado de cumplimiento con la noma NFPA.
- Realizar un análisis de riesgo en cada componente de la planta. Y un estudio de carga de fuego.
- Proponer y/o sugerir cambios a realizar en toda la instalación.

## CAPITULO No 2: DESARROLLO

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Planta de Engarrafado de GLP

Instalaciones destinadas al trasvase del GLP de los tanques de almacenaje a las garrafas, bajo condiciones técnicas controladas de presión, calidad, cantidad y seguridad. (Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH)

#### 2.1.2 Normas NPFA

La **NFPA** (National Fire Protection Association) La asociación Nacional de Protección contra fuego es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio.

Los códigos y normas de la NFPA son elaborados por expertos en la materia de todo el mundo y constituyen el principal recurso sobre pautas y requisitos en materia de protección contra incendios. (Miranda Barrera , 2004)

#### 2.1.3 Sistemas de Protección Contra Incendio

Se denomina Sistema de Protección Contra Incendios al conjunto de medidas que se dispone para proteger una ocupación de la acción del fuego. Con su implementación se trata de conseguir los siguientes objetivos: (NFPA 1, 2020)

- ✓ Salvar vidas humanas
- ✓ Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego
- ✓ Conseguir que las actividades en la ocupación puedan reanudarse en el menor tiempo posible
- ✓ Proteger el Medioambiente

Fundamentalmente se divide la protección contra incendios en dos grandes tipos:

- Protección Pasiva
- Protección Activa



### **Sistema de Protección Pasiva**

Consiste en una serie de elementos constructivos y productos especiales dispuestos para evitar el inicio del fuego, evitar que se propague (compartimentación, cerramientos, sellados), evitar que afecte gravemente el edificio (protección estructural) y facilita la evacuación de las personas (señalización luminiscente) en caso de un incendio.

Los productos de protección pasiva contra incendios tienen que cumplir con la normativa vigente. Deberán superar estrictos ensayos realizados por laboratorios acreditados que demuestran su eficacia (reacción, resistencia y/o estabilidad, luminiscencia) en pruebas con fuego real. Tras las pruebas son aptos para su instalación atendiendo a una serie de parámetros (soportes, espesores, aplicación, etc.) bien definidos. (NFPA 1, 2020)

La protección pasiva se encarga de:

- Garantizar el confinamiento y control de un incendio y facilitar la evacuación de los ocupantes.
- Garantizar la estabilidad de la ocupación y limitar el desarrollo de un posible incendio.



### **Sistemas de Protección Activa**

La protección activa contra incendios es el conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para alertar sobre un incendio e impedir que éste se propague evitando las pérdidas y daños producidos por el fuego. Se puede clasificar en (NFPA 1, 2020):

- **Detección:** Mediante detectores automáticos (de humo, de fuego o calor, según los materiales contenidos en el lugar) o manuales (timbres que cualquiera puede pulsar si ve un amago de incendio).

- **Alerta y Señalización:** Se da aviso a los ocupantes mediante timbres o megafonía y se señalan con letreros en color verde (a veces luminosos) las vías de evacuación. Hay letreros de color rojo señalando las salidas que no sirven como recorrido de evacuación. También debe haber un sistema de iluminación mínimo, alimentado por baterías, que permita llegar hasta la salida en caso de fallo de los sistemas de iluminación normales del edificio. Los sistemas automáticos de Alerta se encargan también de avisar, por medios electrónicos, a los bomberos. En los demás casos debe encargarse una persona por teléfono.
- **Extinción:** Mediante agentes extintores (agua, polvo, espuma, CO<sub>2</sub>, agentes limpios), contenidos en extintores o conducidos por tuberías que los llevan hasta unos dispositivos (hidrantes, monitores, rociadores, aspersores) que pueden funcionar manual o automáticamente.

#### 2.1.4 Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Reciben el nombre de Gases Licuados del Petróleo (GLP), las mezclas comerciales de hidrocarburos en su mayoría compuestos de butano y propano. En su estado natural son gaseosos, pero en recipientes cerrados y temperatura ambiente, una gran parte de los mismos están en fase líquida, ocupando un volumen 250 veces inferior al que ocuparían en estado vapor. Y se pueden encender con una energía de ignición relativamente baja, por ejemplo, chispas. (Lopez, 2001)

**Tabla N° 1 Propiedades Físico Químicas del GLP**

PROPIEDADES FISICO/ QUÍMICAS	
Peso Molecular	49.7
Temperatura de ebullición a 1 atmosfera	-32.5 °C
Temperatura de Fusión	-167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) a 15.5°C	2.01 (Dos veces mas pesado que el aire)

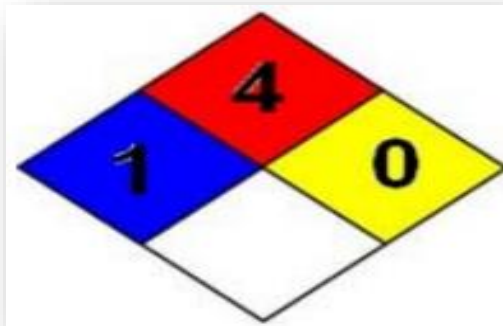
*FUENTE: Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias Químicas (NPFA-704)*

La Norma NFPA 704 establece un sistema de identificación de riesgos para que, en un eventual incendio o emergencia, las personas afectadas puedan reconocer los riesgos de los materiales y su nivel de peligrosidad respecto del fuego y diferentes factores. Según la norma NFPA las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado.

- El azul hace referencia a los riesgos para la salud
- El rojo indica el peligro de inflamabilidad
- El amarillo señala los riesgos por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto.
- En la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, ácidos, alcalinos, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.

A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo)

**Figura N° 1 Rombo de Riesgo del GLP Según la NFPA 704**



*Fuente: NFPA, 2021*



### **Usos del GLP**

El GLP se utiliza principalmente como gas combustible doméstico, comercial, agrícola e industrial, en procesos químicos, y como combustible de motores. En aplicaciones domésticas y recreativas se lo conoce como gas engarrafado. (Lopez, 2001)



### **Peligros dentro de recipientes**

El GLP como combustible se debe operar dentro de unos marcos de seguridad muy exigentes, son almacenados y transportados en recipientes de varios tamaños y formas (Estos recipientes son construidos con estándares estrictos como el ASME Pressure Vessel Code (código ASME de Recipientes de Presión). En condiciones normales de operación estos tanques son muy fuertes y seguros. Sin embargo, bajo condiciones de exposición severa al fuego, estos recipientes pueden fallar violentamente.

Los tanques de almacenamiento están diseñados para almacenar el producto GLP a su temperatura de ebullición atmosférica (es decir, alrededor de - 42 °C para el propano y - 4 °C para el butano). La presión típica de diseño para estos tanques es de alrededor de 110 kPa.

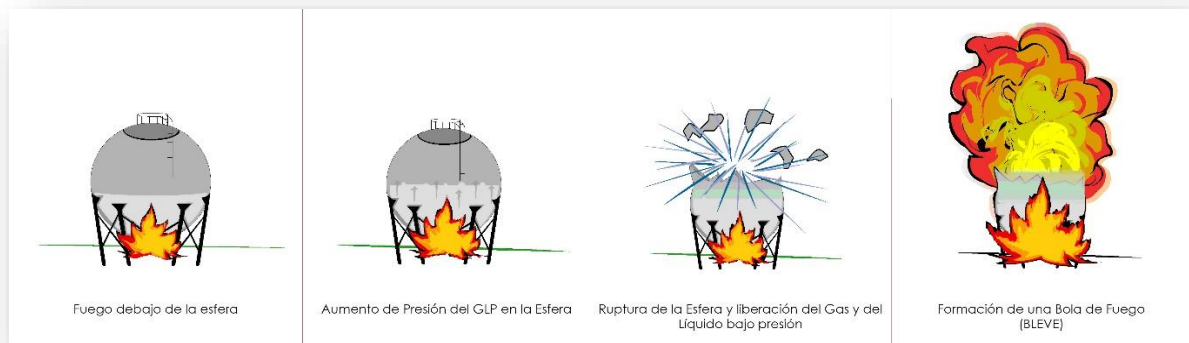
Los recipientes de GLP generalmente están protegidos contra la sobrepresión con válvulas de alivio de presión, aunque algunos cilindros están protegidos con dispositivos de tapones fusibles y, ocasionalmente, con una combinación de ambos. La mayoría de los recipientes están expuestos a BLEVEs.



### **BLEVE de Gas Licuado**

Los casos en los que los recipientes de gases licuados fallan y se rompen en dos o más partes cuando están expuestos al fuego. Esta falla se llama *Explosión por Expansión de Vapores de Líquidos en Ebullición*, *BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)* por sus siglas en inglés, un tipo de explosión por liberación de presión. (NFPA 1, 2020)

**Figura N° 2 Pasos de un BLEVE**



*Fuente: NFPA, 2021*

La magnitud del BLEVE dependerá del peso de los segmentos del recipiente y de cuanto líquido se vaporiza cuando falla éste. La mayoría de los BLEVEs ocurren cuando el nivel de líquido está entre un poco menos de la mitad a tres cuartos. La relación entre la energía de vaporización-expansión del líquido y el peso de los segmentos del recipiente es tal que éstos son propulsados a distancias hasta de aproximadamente 0,8 km. Las muertes causadas por estos misiles pueden llegar hasta 244 m desde los recipientes de gran tamaño. Las bolas de fuego pueden ser de cientos de metros de diámetro y las personas pueden sufrir quemaduras fatales a distancias de hasta 76 m de los recipientes de gran tamaño. (NFPA 1, 2020)

#### **Protección contra un BLEVE**

La protección de un recipiente de GLP que puede estar expuesto al fuego se proporciona con la aplicación de agua para que una película de agua bañe las partes del recipiente que no están en contacto con interno con el líquido. Los métodos usados pueden variar desde chorros de manguera hasta la instalación de sistemas fijos de rociadores de agua.

#### **Peligros cuando se libera el GLP de su confinamiento**

El GLP presenta peligros, tanto de explosión por combustión como de incendio, cuando se libera de su confinamiento. Este peligro acentúa cuando el GLP se usa en interiores, por el

hecho de que 3,78L (1 galón) de propano o butano líquido producen aproximadamente 927 a 1041 L (245 a 275 galones) de gas. Por este motivo, las normas y códigos restringen severamente los usos de GLP en interiores, en fase líquida. Las grandes liberaciones de GLP al aire libre muy probablemente producirán una deflagración en lugar de una detonación. (Lopez, 2001) (NFPA 58, 2019)

### 2.1.5 Estudio de Carga de Fuego

Un estudio de carga de fuego es un análisis que evalúa el riesgo de incendio. Estos estudios evalúan la probabilidad de que ocurra un incendio, así como la velocidad a la que se propagaría el fuego y el impacto potencial en las personas y en la estructura. Los estudios de carga de fuego también pueden incluir recomendaciones para mejorar la seguridad contra incendios, como la instalación de sistemas de detección y extinción de incendios o la mejora de las rutas de evacuación.

#### **Tareas principales del estudio**

Las tareas principales de un estudio de carga de fuego de materiales son las siguientes:

- Relevamiento de las características del espacio, análisis de los datos relevados, y determinación del riesgo de incendio.
- Cálculo de carga de fuego en base a los materiales combustibles existentes.
- Cálculo de la cantidad de extintores necesarios.
- Certificados de tratamiento ignífugo para los materiales y superficies que así lo requieran.
- Implementación de sistemas de detección temprana de incendios y de extinción.
- Elaboración de un plan de evacuación.
- Ubicación y dimensiones de las salidas de emergencia.
- Capacitación al personal sobre el uso de extintores.
- Formación de las guías de evacuación y de un comité de emergencia.
- Simulacro de emergencia y evacuación.
- Presentación de la documentación en defensa civil.
- Planos de evacuación.

## 2.2 MARCO CONTEXTUAL.

### 2.2.1 Ubicación

La planta engarrafadora Qhora Qhora está ubicado a 7 km. de la carretera Sucre-Monteagudo, se encuentra a lado de la planta de almacenamiento de combustibles líquidos administrado por YPFB Logística y también de la estación de compresión Qhora Qhora.

**Figura N° 3 Ubicación de la Planta Engarrafadora Qhora Qhora**



*Fuente: Google maps, 2023*

### 2.2.2 Descripción de la planta engarrafadora



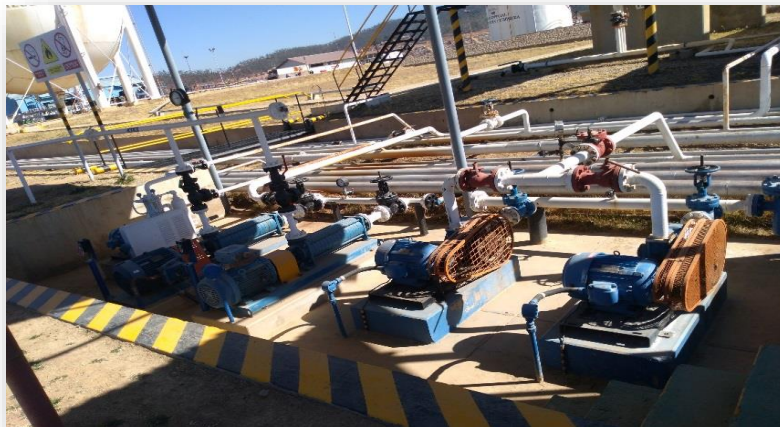
#### **Área de Recepción**

La recepción cuenta con un manifold que cumple un papel importante desde la salida de GLP del tanque recorriendo hasta llegar a la engarrafadora. Explicando brevemente el recorrido que realiza el GLP desde el tanque, primero ingresa por la cañería de 3 ½” pasando por unas válvulas y se encuentra con el filtro y sigue hasta la bomba de paletas siguiendo se reduce el diámetro de la cañería a 2 ½” otra vez una válvula después por un visor y manómetro, pasa por tubería por dentro la tierra hasta llegar a la plataforma y se distribuye para los dos cabezales engarrafadoras. (YPFB CORPORACION, 2021)

- **Válvulas:** Es de tipo globo, abre y cierra el paso del GLP, son de conexión bridada, estas válvulas están colocadas en tres partes de su recorrido pensando en el mantenimiento de otros equipos para no perjudicar.
- **Filtro:** Se encuentra entre una válvula y bomba de paleta, su función es la de evitar el paso de impurezas que contiene el gas. Este filtro en su interior tiene un canastillo metálico y en la parte inferior una válvula purgadora.
- **Visor:** Sirve para ver el paso del gas y está ubicado entre el manómetro y válvula.
- **Manómetro:** Es el que marca la presión del paso del gas mientras se engarran baja y cuando uno o los dos no están engarrando sube la presión por que la bomba no para de bombear.
- **Bomba de paleta:** Marca BLACKMER acoplada a un motor eléctrico III de 3HP de potencia. Entonces cuando el motor se pone en marcha la bomba empieza a bombear gas hacia las engarradoras en forma continua hasta cuando sea necesario y apagar.
- 

El recorrido del gas pasa por cada uno de los accesorios, pero todo el manifold en conjunto cuenta en forma paralela 2 bombas de paletas con su motor, 2 filtros, válvulas.

**Figura N° 4 Compresor para trasvase de GLP en camiones**



**Fuente:** Elaboración propia, 2023

## Área de almacenamiento

La Planta de Qhora Qhora cuenta con nueve tanques horizontales presurizados para almacenamiento de GLP con una capacidad total de 189 TN los cuales operan aproximadamente a 15° C y 54 psi. Además, cuenta con un tanque esférico de GLP, con una capacidad de 985 m<sup>3</sup>. (YPFB CORPORACION, 2021)

Cada tanque tiene las siguientes líneas: línea de presión, succión y de compensación. Esta línea de compensación iguala presiones con los equipos. Los tanques cilíndricos tienen volumen variado y cuentan al igual que los tanques esféricos con medidores de nivel porcentual, temperatura y presión.

Otras características importantes de los tanques de almacenamiento se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla N° 2 Tanques de Almacenamiento de GLP**

PLANTA DE ENGARRAFADO	IDENTIFICACIÓN DEL TANQUE	CAPACIDAD TOTAL (Litros)	CAPACIDAD OPERATIVA [Litros]	CAPACIDAD OPERATIVA (Toneladas)
Qhora Qhora	Tanque Horizontal 121	27.821	23.648	12,8
	Tanque Horizontal 122	27.821	23.648	12,8
	Tanque Horizontal 127	76.334	64.884	35,0
	Tanque Horizontal 128	76.669	65.169	35,2
	Tanque Horizontal 129	24.890	21.157	11,4
	Tanque Horizontal 130	24.890	21.157	11,4
	Tanque Horizontal 381	76.729	65.220	35,2
	Tanque Horizontal 382	76.729	65.220	35,2

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

Los tanques se encuentran instalados en la parte diagonal posterior lado este de la planta de engarrado, disponen de cuatro conexiones a líneas, las mismas que sirven para, una descarga o entrada, otra de retorno de presión de cargadero de cisternas, cuentan con sus respectivas válvulas de alivio, válvulas por exceso de flujo, termómetros y manómetros y aspersores de control del tanque. (YPFB CORPORACION, 2021)

**Figura N° 5 Tanques Horizontales de GLP**



**Fuente:** *Elaboración propia, 2023*

El tanque esférico y los horizontales que almacenan gas licuado de petróleo a presión atmosférica, en función a sus características están diseñados de acuerdo a normas API/ASME, la línea de llenado ingresa al recipiente por la parte superior y la de aspiración toma de producto es por la parte inferior, deben contar con doble válvula de seguridad independientes, cuentan también con su instalación contra incendios, comprendida por rociadores, monitores, instalaciones de espuma, etc.

**Figura N° 6 Tanques Esférico de GLP para Interfase**



***Fuente: Elaboración propia, 2023***

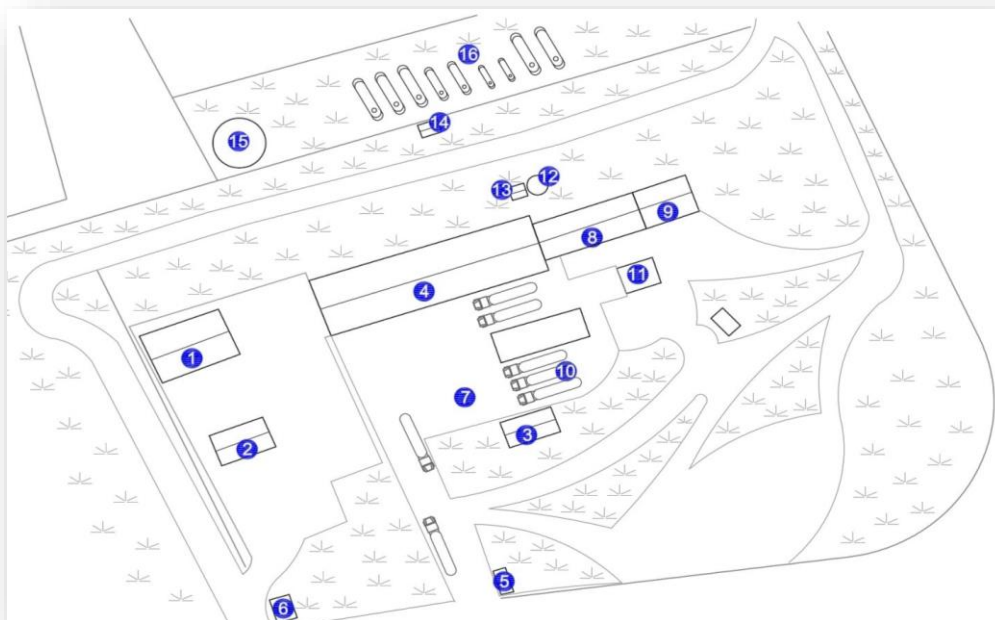
### 2.2.3. Diagnóstico

A continuación, se desarrollará el trabajo realizado haciendo énfasis en los requerimientos normativos para cada tipo de ocupación y el cumplimiento o no de cada uno de los puntos reflejados en la norma correspondiente.

#### **Almacenamiento y Engarrafado de GLP**

La planta de Engarrafado Qhora Qhora cuenta con 4 tanques horizontales para almacenar GLP. Por otro lado, cuenta con 1 planta de engarrafado logrando una producción aproximada de 800 unidades por hora y diaria máxima de 6.800 garrafas. Para un mejor entendimiento de la distribución de la planta se la puede apreciar en el siguiente plano de planta.

**Figura N° 7 Plano General de la red de Agua Contra Incendios**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

Este tipo de instalaciones se clasifican como Ocupación Industrial de Alto Riesgo y tiene las siguientes referencias:

**Tabla N° 3 Puntos de referencia en la Planta Qhora Qhora**

<b>1</b>	Almacén de materiales	<b>9</b>	Almacén de Garrafas
<b>2</b>	Isla de despachos	<b>10</b>	Almacenamiento de líquidos
<b>3</b>	Oficinas	<b>11</b>	Área de purgado
<b>4</b>	Planta engarrafadora	<b>12</b>	Tanque de agua
<b>5</b>	Portería	<b>13</b>	Bomba de agua
<b>6</b>	Portería II	<b>14</b>	Sala de control
<b>7</b>	Parqueo	<b>15</b>	Tanque de GLP
<b>8</b>	Taller de garrafas	<b>16</b>	Tanques cilíndricos de GLP

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

A continuación, se realizará un check list para ver el grado de cumplimiento según puntos clave de la norma NFPA 58, NFPA 10, NFPA 22, NFPA 24, NFPA 25 y API 2510 con los equipos y/o accesorios que se cuentan en la planta Qhora Qhora.

**Tabla N° 4 Cumplimiento de los Extintores sobre la NFPA**

<b>ALMACENAMIENTO Y ENGARRAFADO DE GLP</b>						
<b>Nro.</b>	<b>REQUISITO</b>	<b>NORMA REF.</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>			<b>OBSERVACIONES</b>
			<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>	
1.1	Deberán proveerse caminos u otros medios de acceso para equipos de emergencia tales como equipos del departamento de bomberos.	NFPA 58 6.25.4.1	✓			Existe espacio suficiente para acceder a todas las áreas.
1.2	Toda planta industrial, planta granel y punto de distribución deberá contar con al menos un extintor portátil aprobado que tenga una capacidad mínima de 18 lb de polvo químico seco con clasificación B:C.	NFPA 58 6.25.4.2	✓			Se observó que las placas de los extintores indican polvo B:C
<b>1.2 EXTINTORES</b>						
1.2.1	<p>Los extintores portátiles de incendios usados para cumplir con estas normas deben estar listados y rotulados y deben llenar o exceder todos los requisitos de una de las normas de pruebas estándar de incendio y una de las normas de desempeño apropiadas que se muestran a continuación:</p> <p>1. <i>Normas para pruebas de incendio:</i></p> <p>a) ANSI/UL 711, CAN/ULC-S508, <i>Standard for Rating and Fire Testing of Fire Extinguishers</i></p> <p>2. <i>Normas de Desempeño:</i></p> <p>a) Para Polvo Químico Seco: ANSI/UL 299, CAL/ULC-S504, <i>Standard for Dry Chemical Fire Extinguisher</i></p>	NFPA 10 4.1.1	✓			De acuerdo a lo verificado en la inspección, casi todos los extintores utilizados en planta son de marca ANSUL que cumplen con las pruebas exigidas por NFPA 10.

1.2.2	El número mínimo de extintores de incendios necesarios para proteger una propiedad se debe determinar cómo se indica en este capítulo.	NFPA 10 6.1.1		✓		Se realizó la verificación conforme a la norma y no cumple con la cantidad de extintores mínima requerida.
1.2.3	Los extintores portátiles de incendio deben mantenerse cargados y en condición operable y en sus lugares asignados en todo momento cuando no se estén utilizando.	NFPA 10 6.1.2		✓		Existen varios extintores en el área que están operativos y en buen estado.
1.2.4	Los extintores de incendio deben estar colocados visiblemente donde estén fácilmente accesibles y a disposición inmediata en caso de incendio.	NFPA 10 6.1.3.1		✓		En general los extintores se encuentran bien ubicados. Sobrepasan el requisito de altura máxima de montaje de acuerdo a NFPA 10 que es 1,53m hasta el tope del extintor y en algunos casos no cuentan con señalización que indique su ubicación. Hay otros extintores que se encuentran a nivel de piso sin ningún tipo de soporte.
1.2.5	En los lugares en los que se emplee señalética para indicar la ubicación del extintor, ésta deberá cumplir con lo siguiente: 1. Debe estar colocada cerca del extintor. 2. Debe ser visible desde el camino normal de tránsito.	NFPA 10 6.1.3.3		✓		Existe conformidad con este punto, en algunos casos falta señalización.

1.2.6	<p>Los extintores portátiles de incendios que no sean sobre ruedas se deben instalar usando cualquiera de los medios siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegurados sobre un soporte apropiado para el extintor.</li> <li>2. En el soporte provisto por el fabricante del extintor.</li> <li>3. En soportes listados y aprobados para este uso.</li> <li>4. En gabinetes o huecos de pared.</li> </ol>	NFPA 10 6.1.3.4		✓		Hay varios extintores que no están instalados sobre soportes adecuados.
1.2.7	Las instrucciones de operación de los extintores deben estar situadas sobre el frente del extintor y deben ser claramente visibles.	NFPA 10 6.1.3.9.1		✓		Las instrucciones originales fueron removidas para ser remplazadas por unas de la empresa que realiza el mantenimiento.
1.2.8	<p>Las personas que realicen el mantenimiento y la recarga de extintores deben ser certificadas.</p> <p>Las personas que realizan la inspección no necesitan ser certificadas.</p>	NFPA 10 7.1.2.1 7.1.2.3		✓		El mantenimiento y recarga de los extintores es realizado por personal propio de YPFB. No se verificó ninguna certificación del trabajo, además que por la inspección visual que se elaboró no cumplen con los requerimientos de NFPA 10 para la realización de este servicio.
1.2.9	No se debe colocar etiquetas o rótulos en la parte delantera de los extintores para registrar inspecciones, mantenimientos o recargas.	NFPA 10 7.1.4.1		✓		Se quitaron las etiquetas originales y se las remplazó por etiquetas de YPFB.
1.2.10	Los extintores de incendios deben ser inspeccionados a intervalos mínimos de 30 días.	NFPA 10 7.2.1.1		✓		Teóricamente se realiza esta actividad, sin embargo, no se está efectuando de manera correcta puesto que existen varios extintores que deberían ser enviados a mantenimiento o directamente dados de baja.

1.2.11	El personal que haga las inspecciones manuales debe llevar registros de todos los extintores de incendios inspeccionados, incluyendo los encontrados que requieren acción correctiva.	NFPA 10 7.2.4.1.1	✓			Se evidenció el registro de las inspecciones mensuales.
1.2.12	Se debe realizar anualmente un examen visual externo de todos los extintores para detectar daños físicos, corrosión, bloqueo de boquillas, para verificar que las instrucciones de operación estén presentes, legibles y con vista al frente y para determinar si la prueba hidrostática que se realiza sigue vigente.	NFPA 10 7.3.2.1		✓		Este servicio lo realiza personal propio de YPFB, pero no se efectúa conforme a las exigencias de la Norma NFPA.
1.2.13	En el caso de extintores operados con cartucho o cilindro, se deberá examinar el estado el polvo durante el mantenimiento anual.	NFPA 10 7.3.3.3		✓		No existe registro que compruebe su realización.
1.2.14	Cada extintor deberá tener un tag o una etiqueta que indique que el mantenimiento fue realizado. Mínimamente deberá indicar: 1. Mes y año en el que el mantenimiento fue realizado. 2. Nombre de la persona que realizó el trabajo. 3. Nombre de la empresa que realizó el trabajo.	NFPA 10 7.3.4.1	✓			Los extintores llevan una etiqueta pegada en la parte delantera que indica la fecha del último mantenimiento.
1.2.15	Los extintores de incendios no deben ser convertidos para el uso de un agente extintor de diferente tipo.	NFPA 10 7.9.3	✓			No se vio ningún indicio de que esto suceda.
1.2.16	Se debe realizar una prueba hidrostática cada 12 años para extintores de polvo químico seco.	NFPA 10 8.3.1	✓			No se tienen registros. Sin embargo, los extintores se encuentran en buen estado.

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

Tabla N° 5 Cumplimiento de la red de Agua con la NFPA

ALMACENAMIENTO Y ENGARRAFADO DE GLP						
Nro.	REQUISITO	NORMA REF.	CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
			O	SI	NO	
1.3 RED DE AGUA CONTRA INCENDIOS						
1.3.1	Las instalaciones de almacenamiento de GLP deben estar provistas con un sistema de agua contra incendios.	API 2510 10.3	✓			La planta cuenta con un sistema de agua contra incendios.
1.3.2	Alrededor del almacenamiento y las porciones de manejo de una instalación de GLP, se debe proveer un sistema de agua contra incendios en lazo.	API 2510 10.3.1.1		✓		La red instalada no es de tipo lazo ya que no cierra completamente el circuito.
1.3.3	Para prevenir la pérdida de la red debido a una sola ruptura en la línea principal de agua, se deben incluir suficientes válvulas de aislamiento. Cuando una sección averiada se aísla para su reparación, las válvulas de bloqueo se deben disponer de forma tal que todas las partes de la planta se puedan proteger con una porción del sistema de la línea principal de agua contra incendios.	API 2510 10.3.1.2		✓		La red no cuenta con válvulas de bloqueo.

1.3.4	<p>La capacidad del sistema de agua contra incendios debe ser igual al monto de agua contra incendios que se requiera para enfriar el recipiente mayor al que se esté protegiendo (o si en un sistema de diluvio o de spray fijo activado se encuentran recipientes múltiples, la capacidad del sistema), más la cantidad requerida para enfriar los recipientes adyacentes, más capacidad de reserva para hasta tres flujos de enfriamiento adicionales de 250 galones por minuto. Donde se determine la capacidad del sistema de agua contra incendios mediante el requerimiento de almacenamiento de GLP, se permite que el sistema se seccione para reducir los requerimientos simultáneos máximos de agua contra incendios.</p>	<p>API 2510 10.3.1.3</p>	✓		<p>Para determinar la máxima capacidad de agua se asumirá la batería de Tanques como el área mayor a proteger.</p> <p>NFPA 15 indica que para tanques se deberá considerar una densidad de 10,2L/min/m<sup>2</sup>.</p> <p>Indica que se debe considerar una reserva de 4 horas para este tipo de instalaciones.</p> <p>Actualmente la planta no tiene un sistema de abastecimiento propio y depende de YPFB Transporte. Por otro lado también se indicó que se puede proveer agua desde los tanques de YPFB Logística.</p>
1.3.5	<p>El tamaño de las tuberías que se utilicen para las líneas principales y líneas ramales hacia los hidrantes deben ser de al menos 6". Las líneas ramales a los sistemas de aspersión, o monitores, pueden ser más pequeñas, siempre que los cálculos hidráulicos muestren que el tamaño seleccionado abastecerá la demanda de diseño a la presión requerida.</p>	<p>API 2510 10.3.1.4 NFPA24 5.2.1 5.2.2</p>	✓		<p>No hay ningún cálculo hidráulico para determinar este punto.</p>

1.3.6	El sistema de agua contra incendios debe ser funcional en todas las temporadas y tener la capacidad de entregar el 100% de la tasa de diseño por al menos 4 horas.	API 2510 10.3.1.5 NFPA 15 A.4.4.8	✓			Los hidrantes monitores se encuentran en buen estado. En algunos casos falta mantenimiento y pintura.
1.3.7	Sin importar el método de aplicación de agua contra incendios que se use, la ubicación de los hidrantes se debe disponer de forma tal que cada recipiente de almacenamiento pueda ser alcanzado desde al menos dos direcciones por al menos tres flujos de enfriamiento de los cuales ninguno utilice más de 90m de manguera.	API 2510 10.3.1.7		✓		Se puede organizar de mejor manera los hidrantes para que tenga un alcance correcto en cada uno de las áreas. Existe Hidrantes en toda la planta.
1.3.8	Donde se utilicen sistemas fijos para aspersión de agua y monitores, estos deberán cumplir con la Norma NFPA 15 ( <i>Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection</i> )	NFPA 58 6.25.6.1		✓		De acuerdo a la especificación de la norma NFPA los tanques deberán estar protegidos por sistemas de aspersión de agua que estén diseñados y distribuidos de tal forma que se cubra y moje al 100% la estructura que se quiere proteger. El sistema actual no cumple con los requisitos mínimos de la norma, <b><u>por lo cual se recomienda su rediseño e implementación a la brevedad posible.</u></b>
1.3.9	Una bomba de incendios individual, controlada automáticamente, instalada en concordancia con NFPA 20, debe ser una fuente de suministro de agua aceptable.	NFPA 24 5.6		✓		Tienen una bomba propia pequeña a gasolina que no cumple con ninguna norma de NFPA y dependen de la bomba de YPFB Logística.

1.3.10	Los tanques deben ser instalados en concordancia con NFPA 22.	NFPA 24 5.7		✓		Tienen un tanque propio pequeño que no cumple con ninguna norma de NFPA y dependen de los tanques de YPFB Logística.
1.3.11	Cualquier fuente de agua es adecuada en calidad, cantidad, presión y confiabilidad para llenar el tanque.	NFPA 22 4.2.1.1		✓		No tienen una fuente para llenar el tanque.
1.3.12	La ubicación del tanque deberá ser tal que se encuentre protegido de la exposición del fuego.	NFPA 22 4.3.1		✓		Los tanques se encuentran en el predio de YPFB Logística. No tenemos autorización para Inspección y Pruebas.
1.3.13	Los tanques podrán ser de acero, madera, concreto, tejidos recubiertos y tanques de plástico reforzados con fibra de vidrio.	NFPA 22 4.4.1		✓		Los tanques se encuentran en el predio de YPFB Logística. No tenemos autorización para Inspección y Pruebas.
1.3.14	Se deberán proveer conexiones de manguera para el departamento de bomberos con accesorio giratorio NH de rosca interna con roscado estándar NH de 2 ½”.	NFPA 24 5.9.2	✓			Todos los hidrantes cuentan con conexiones tipo NH.
1.3.15	Todas las válvulas que controlan conexiones a suministros de agua y a tuberías de suministro para rociadores deben ser válvulas indicadoras ( <i>las válvulas indicadoras no deben cerrar en menos de 5 segundos cuando son operadas a la velocidad máxima posible desde la posición completamente abierta</i> ) listadas.	NFPA 24 6.1		✓		En la mayoría de los casos se emplean válvulas tipo compuerta que cumplen con el requisito de ser indicadoras, sin embargo, no son listadas para sistemas contra incendio. Existen también válvulas tipo bola de cuarto de vuelta que no cumplen con este requisito.

1.3.16	Los sistemas grandes, privados, de tubería principal para servicio de incendios deben tener válvulas de control seccionador en puntos apropiados para permitir el seccionado del sistema en el evento de una rotura o para hacer reparaciones o extensiones.	NFPA 24 6.6	✓			El sistema no cuenta con válvulas seccionadoras para poder realizar reparaciones.
1.3.17	Los hidrantes deben ser del tipo aprobado y tener un diámetro de conexión con las tuberías principales no menor a 6".	NFPA 24 7.1.1	✓			Los hidrantes son de tipo aprobado.
1.3.18	Debe ser provisto un suministro de manguera y equipo donde los hidrantes están destinados para uso por personal de planta o una brigada de incendio.	NFPA 24 8.1.1	✓			Solo existen algunos gabinetes con mangueras, se necesita revisar los gabinetes y colocar el material que se necesita para un sistema contra incendio.
1.3.19	Debe ser prohibido el uso de hidrantes y mangueras para fines diferentes a los servicios relacionados con incendios.	NFPA 24 8.7	✓			Cumplen con este requisito sin inconveniente.
1.3.20	Tomas Maestras. Las tomas maestras deben ser descargados por boquillas monitoras, boquillas monitoras montadas en hidrantes y equipo similar para tomas maestras capaz de descargar más de 250 gpm (946 L/min).	NFPA 24 9.1	✓			No se pudo verificar la capacidad de descarga de las boquillas de los monitores debido a que no presentan en marcadas el cuerpo la capacidad o el modelo para poder realizar la comprobación en su hoja de datos.
1.3.21	Todas las tuberías deben ser listadas para servicios de protección contra incendios o deberán cumplir con los requisitos de la tabla 10.1.1.	NFPA 24 10.1	✓			La tubería empleada para el sistema contra incendios no es listada y tampoco se encontró evidencia de que cumpla con los estándares de la tabla 10.1.1.

1.3.22	La presión de trabajo de todos los componentes deberá ser clasificada de acuerdo a la máxima presión de operación del sistema a la que estará expuesto, pero no deberá ser inferior a 150 psi.	NFPA 24 10.1.5		✓		Todos los componentes del sistema están clasificados para 150 psi, sin embargo, no existe un cálculo hidráulico que determine la máxima presión de trabajo del sistema ya que el agua que alimenta esta red proviene de YPFB Logística. Se verificó en un manómetro una presión de aproximadamente 100 psig.
1.3.23	Toda la tubería y accesorios anexos sujetos a la presión de trabajo del sistema deben ser probados hidrostáticamente a 200 psi o 50 psi (3.5 bar) por encima de la presión de trabajo del sistema, lo que sea mayor, y debe mantenerse esa presión a $\pm 5$ psi por 2 horas.	NFPA 24 10.10.2.2 .1		✓		No existe un registro de prueba hidrostática de la red.  Es una red antigua y se recomienda la realización de esta prueba para verificar la hermeticidad de la misma.  Es necesario realizar la Ingeniería para la red contra incendio.
1.3.24	Todos los elementos que son parte de la red de agua contra incendios deben inspeccionarse, probarse y mantenerse conforme NFPA 25.	NFPA 25 4.4 4.5 4.7		✓		No se tiene ningún procedimiento de inspección, prueba y/o mantenimiento de los elementos de la red contra incendios; tampoco hay registros o indicios de que este trabajo sea realizado por un tercero certificado.
1.4	Se deben colocar señalamientos preventivos relativos a las medidas de seguridad y sistemas de emergencia.	API 2510 10.12		✓		Existe poca señalización en toda el área.

1.5	En todas las áreas de almacenamiento y operativas, se debe proporcionar iluminación adecuada para las operaciones bajo condiciones normales. Además, se debe proporcionar iluminación que sea lo suficientemente potente para que permita las operaciones seguras durante una emergencia.	API 2510 10.13		✓	El horario de trabajo normal es durante el día. En la noche no existen operaciones, pero existen sectores en los que no se cuenta con iluminación adecuada para poder operar de manera segura durante una emergencia.
-----	---	-------------------	--	---	---

**Fuente:** *Elaboración propia, 2023*



### **Oficinas**

Nuestra oficina o puesto de trabajo es uno de los lugares donde más horas pasamos al día. Este tiene que ser un lugar seguro para nosotros y por lo tanto es realmente importante prevenir cualquier incidencia o accidente como puede ser, por ejemplo, un incendio. Durante los últimos años, se han dado varios casos de incendios en lugares de trabajo.

Sin embargo, en la última década el uso PC's , impresoras, cafeteras, máquinas de agua, cargadores, sistemas de aire acondicionado, una oficina cuenta con bastantes elementos electrónicos en su interior que requieren de electricidad continuamente. Puede convertirse en un lugar de riesgo, si no se llevan un orden y un comportamiento adecuado dentro de la misma aumentado la carga de combustible total cambiando su clasificación como de riesgo ordinario.

Tabla N° 6 Cumplimiento de los Ambientes Administrativos con la NFPA

ALMACENAMIENTO Y ENGARRAFADO DE GLP						
Nro.	REQUISITO	NOR MA REF.	CUMPLIMIENT O			OBSERVACIONES
			SI	NO	N/ A	
2.1	Todas las ocupaciones de oficinas deberán cumplir con los requerimientos de medios de salida.	NFPA 101 39.2		✓		Existe un solo ambiente en las oficinas con un pasillo muy estrecho como medio de salida. Falta un poco de señalización.
2.2	Se deben proveer extintores portátiles en todas las ocupaciones de oficinas.	NFPA 101 39.3.5	✓			Todas las ocupaciones cuentan con extintores portátiles de incendios.
2.3	Empleados designados de las ocupaciones de negocios deben ser instruidos periódicamente en el uso de extintores portátiles.	NFPA 101 39.7.3	✓			Se verificó registros de capacitación de personal. Tienen documentos donde llevan todo el control.
2.4	El equipo de cocina debe estar protegido de acuerdo a NFPA 96 ( <i>Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations</i> )	NFPA 101 39.3.2 .3		✓		No cumple ninguno de los requisitos de NFPA 96. Mínimamente debería contar con un extintor tipo K en esa área.

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

#### 2.2.4 Reporte Fotográfico

A continuación, se detallan las fotografías más relevantes que se tomaron durante los días de inspección.

**Figura N° 8: HIDRANTE-MONITOR #1**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Este hidrante-monitor se encuentra en buen estado, no tiene gabinete de mangueras. Necesita un poco de pintura y mantenimiento.

**Figura N° 9 Hidrante-Monitor #2**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Se encuentra en buen estado, es operable y tiene indicios de pintado

**Figura N° 10 Hidrante-Monitor #3**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Equipo con fugas y sin mantenimiento, existe algo de basura que puede dañar la parte interna de la válvula.

**Figura N° 11 Hidrante-Monitor #4**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Este equipo se encuentra en buen estado, pintado y con mantenimiento.

**Figura N° 12 Hidrante-Monitor #5**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Se encuentra bien ubicado de las bombas de llenado de los tanques de GLP. Aunque existe un poco de fuga en la válvula.

**Figura N° 13 Sector de Tanques Horizontales**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Figura N° 14 Sector de Tanques Horizontales (Vista Rociadores)**



**Fuente:** *Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Este sistema de enfriamiento de estos tanques es inadecuado y no cumple con ninguno de los puntos exigidos por NFPA. Se deberá rediseñar el sistema para que la superficie de cada uno de los tanques se encuentre cubierta al 100%.

Los tanques llevan un rectángulo en la parte superior con boquillas de diferentes tipos apuntando a diferentes partes para permitir el paso de agua de enfriamiento. La válvula de apertura se encuentra en medio de los tanques haciendo prácticamente imposible su operación en caso de un incendio. La norma NPAFA 15 muestra cómo deberían estar protegidos los tanques horizontales.

Figura N° 15 Extintores en la Planta



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Se pudo verificar buena señalización y letrero que indica el tipo del extintor. En su mayoría son extintores ANSUL.

**Figura N° 16 Gabinetes**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Ese extintor está mal ubicado, no debe ir en un Gabinete. No cumple con la Norma NFPA.

**Figura N° 17 Zona de La Bombas Portátil**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Como se puede apreciar, este equipo no cumple con ninguna Norma NFPA. El espacio inferior es donde tienen planificado realizar un cuarto de bomba, lo cual está en proyecto.

**Figura N° 18 Engarrafadora**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** La planta cuenta con 1 solo carrusel de engarrafado que están protegidos por un sistema con aspersores tipo “flat fan nozzle spray”. No se pudo verificar las características de estos ya que no existe ningún registro de cálculo hidráulico para verificar su correcto dimensionamiento.

**Figura N° 19 Aspersor en la Engarrafadora**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Este tipo de aspersores no se utiliza hoy en día, es necesario realizar una re ingeniería y modificar el diseño y montaje.

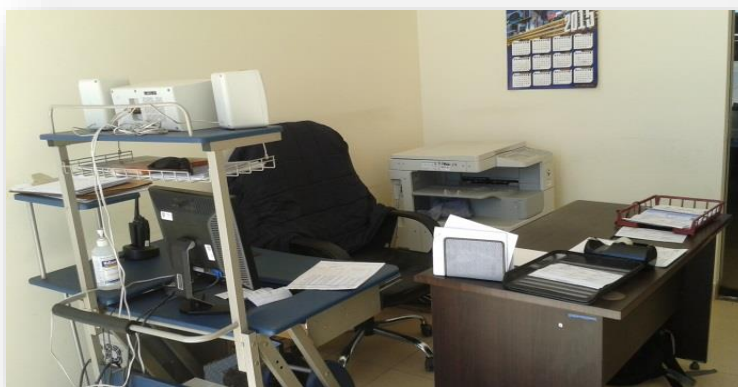
**Figura N° 20 Sala de Tableros Eléctricos**



*Fuente: Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Se pudo verificar la sala de los tableros eléctricos con poca iluminación y falta de limpieza. Tampoco tienen un sistema contra incendio en caso de siniestro.

**Figura N° 21 Oficinas**



*Fuente: Elaboración Propia (2023)*



**Fuente:** *Elaboración propia, 2023*

**Comentarios:** Oficina ordenada, los extintores se pueden re ubicar mejor. Se recomienda implementar políticas de orden.

### **2.3 Información y datos obtenidos**

Según lo descrito en la sección del diagnóstico, a continuación, se realizarán las recomendaciones que la misma planta deberá tener para dar cumplimiento a la norma NFPA.

#### **2.3.1. Análisis de riesgos de la planta Qhora Qhora**

En la actualidad, el control de los riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los trabajadores, constituye una obligación legal empresarial para precautelar la seguridad y salud de los mismos, en este sentido se evaluaron los riesgos laborales de la planta Qhora Qhora, con el fin de determinar los riesgos significativos existentes en las instalaciones y establecer medidas de control para disminuir o eliminarlos.

Tabla N° 7 Análisis de Riesgos de la Planta Qhora Qhora

I. ENVÍO DE GLP DEL POLIDUCTO SUCRE – POTOSÍ “PSP” A LOS TANQUES SALCHICHAS DE LA PLANTA ENGARRAFADORA QHORA QHORA										
ITEM	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	SALVAGUARDAS	S	p	R	REFERENCIAS	RECOMENDACIÓN
1.-	Alta	Presión Alta	Falta de presión en POLIDUCTO SUCRE – POTOSÍ “PSP” a los tanques salchichas de la planta tanques salchichas de la planta engarrafadora QHORA QHORA	Roturas de empaquetaduras, fugas, calentamiento	Válvulas de alivio, inspección rutinaria	1	A	A1	RIESGO BAJO	Válvula reguladora de presión seteadas y calibrada a una determinada presión
2.-	Baja	Presión Baja	Falta de apertura de las válvulas, falta de bombeo, baja potencia de trabajo de la bomba, taponamiento y corrosión.	Paro del sistema, disminución de producción	Apertura completa de la válvula, líneas sin taponamiento	2	A	A2	RIESGO BAJO	Inspección de líneas, inspección de válvulas, mantenimiento periódico
3.-	Alta	Temperatura alta	Altas temperaturas ambiente, sobrecalentamiento	Vaporización	Termómetros calibrados	1	A	A1	RIESGO BAJO	Enfriamiento de líneas y tanques,
4.-	Fuga	Fugas en el poliducto	Falta de mantenimiento, pinchadura de la línea durante trabajos de construcción	Corrosión del poliducto, oxidación de la tubería.	Mantenimiento preventivo cada cierto tiempo, monitores de fugas.	2	D	D2	RIESGO MEDIO	Evitar realizar trabajos externos cerca del ducto "PSP"

II. ALMACENAMIENTO DE GLP EN LOS TANQUES SALCHICHAS Y TANQUE ESFÉRICO

ITEM	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	SALVAGUARDAS	S	P	R	REFERENCIAS	RECOMENDACIÓN
1.-	Sin	Sin flujo	No envío de GLP, tanque en stan by, falla de instrumento de medición (medidor de nivel de líquido)	Crear un vacío dentro del tanque (cavitación)	Apagado manual de la bomba	2	A	A2	RIESGO BAJO	Apagado de la bomba automatizado con sensores de nivel alto y bajo
2.-	Alta	Temperatura alta	Incremento en la temperatura ambiente (sol), mala lectura del termómetro, termómetro sin calibración	Expansión del GLP dentro del tanque	Rociado del tanque continuamente durante el verano	1	A	A1	RIESGO BAJO	Tener los termómetros debidamente calibrados en buen estado, encendido automático del sistema de aspersores
3.-	Sobre	Sobre presión en el sistema	Incremento de presión en el tanque salchicha, mayor temperatura, sobrepasado del volumen máximo.	Expansión del tanque salchicha	Válvulas de alivio seteadas a una determinada presión	1	A	A1	RIESGO BAJO	Colocar manómetros seteados a una presión máxima de capacidad
4.-	Fuga	Fugas en el tanque salchicha	Error en la lectura de sobre llenado, máxima exposición al sol	Incendios, explosión	Enfriamiento del tanque a través del rocío del mismo con los aspersores	2	A	A2	RIESGO BAJO	Supervisar continuamente el termómetro del tanque, evitar que suba el volumen de GLP

5.-	Mala operación	Operación	Error en la lectura en el indicador	Sobre llenado de tanque, ensanchamiento del tanque	Personal calificado en el proceso, también se cuenta con válvulas de alivio para el caso de una sobrepresión de vapor por exceso de llenado de tanque (válvulas VAREC)	1	A	A1	<b>RIESGO BAJO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación continua del personal, actualización continua del procedimiento</li> <li>- Mantenimiento periódico a las válvulas de alivio de presión</li> </ul>
-----	----------------	-----------	-------------------------------------	--	--	---	---	----	--------------------	---

### III. ÁREA DE BOMBAS DE SUCCIÓN DE LA SALCHICHA Y ENVÍO AL AREA DE LLENADO DE GARRAFAS

ITEM	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	SALVAGUARDAS	S	P	R	REFERENCIAS	RECOMENDACIÓN
1.-	Alta	Presión Alta	Bomba no regulada	El exceso de presión, puede causar fugas en las conexiones.	Apertura de válvulas de alivio	2	D	D2	<b>RIESGO MEDIO</b>	Instalar sistema de apagado automático con sensores de nivel alta
2.-	Baja	Presión Baja	Falta de GLP en la bomba	Daño a la bomba, se crea un vacío dentro de la bomba por falta de GLP	Inspección visual del nivel del tanque	2	D	D2	<b>RIESGO MEDIO</b>	Automatizar instalando sensores de nivel bajo
3.-	Paro	Paro de actuadores electroneumáticos en la línea de 3"	Debido a corte energía eléctrica y neumática, falta de GLP	Producción 0, no recepción de GLP en el área de llenado de garrafas	Supervisor del operador	1	A	A1	<b>RIESGO BAJO</b>	Tener un generador de energía alterno en caso de corte eléctrico

4.-	Bajo	Bajo flujo	Paro del sistema por bajo flujo de las bombas	Cavitación, desgaste de los sellos e internos de la bomba.	Reporte diario de caudal,	1	A	A1	<b>RIESGO BAJO</b>	Constante supervisión por parte del operador
<b>IV PROCESO DE ENGARRAFADO DE GLP</b>										
ITEM	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	SALVAGUARDAS	S	P	R	REFERENCIAS	RECOMENDACIÓN
1.-	Error	Error en el pesaje de la tara	Error en el pesaje de la tara antes del llenado de GLP	Mayor llenado de GLP la garrafa	Inspección visual del pesaje	2	A	A2	<b>RIESGO BAJO</b>	Balanzas debidamente calibradas bajo norma
2.-	Más	Exceso de GLP en la garrafa	Mala calibración de la balanza	Pérdida de GLP (económicamente no rentable) en un número mayor de garrafas	Control en la presión de llenado de la garrafa, control en la balanza (calibrada), proceso automatizado	1	A	A1	<b>RIESGO BAJO</b>	Balanzas debidamente calibradas bajo norma
3.-	Falta	Falta de peso de GLP dentro de la garrafa	Daño en el conector de la balanza a la garrafa	Rellenado de GLP a la garrafa, disminución del volumen de llenado (retraso de tiempo de llenado)	Mantenimiento preventivo del carrusel y sus instrumentos de llenado y medición	3	B	B3	<b>RIESGO MEDIO</b>	Poner sensores de nivel alto y bajo a la salida de la balanza para controlar que la garrafa este con el volumen de llenado necesario

4.-	Fuga	Fuga válvula garrafa	Diferencia en cuanto a los conectores y las válvulas de las garrafas	Fuga de GLP, incendio, explosión	Personal instruido en caso de emergencia	2	D	D2	<b>RIESGO MEDIO</b>	Correcta adaptación de los conectores del carrusel con la garrafa, Capacitación continua del personal, actualización continua del procedimiento
5	Reventón	Posible reventón de una garrafa	Descontrol en el llenado de la garrafa, error en el pesaje de la tara	Reventón del cilindro, fugas, incendio	Garrafas calibradas para soportar hasta 600 libras de presión, medidores de nivel de GLP	3	C	C3	<b>RIESGO MEDIO</b>	Tener debidamente calibradas las balanzas que hacen el control de calidad después del llenado
6.-	EPP	Inadecuado EPP	Tela altamente inflamable (lana, poliéster)	Quemaduras graves (2do, 3er grado), incendio.	Sin salvaguardas	1	A	A1	<b>RIESGO BAJO</b>	Uso de EPP adecuado (a prueba de fuego) Ignifugado

#### V. ÁREA DE CARGIO Y DESGARGIO DE LAS GARRAFAS

1.-	Fuga llave	Fugas existentes en la llave y válvula de la garrafa	Error en el manipuleo de la llave de la garrafa por parte del cliente, mal taponado del pico de la garrafa por parte del operador	Accidentes incidentes (despresurización)	Inspección visual de la llave y válvula de la garrafa	2	D	D2	<b>RIESGO MEDIO</b>	Realizar el mantenimiento preventivo contra fugas (prueba hidrostática) cada cierto tiempo
2.-	Fuga cuerpo	Fugas existentes en el cuerpo de la garrafa	Golpes, mal manipuleo durante el transporte en el camión, mal uso de la garrafa,	Accidentes en el área de llenado (explosión, fuego)	Control a la llave y a la válvula de la garrafa antes del llenado	3	C	C3	<b>RIESGO MEDIO</b>	Dar un folleto instructivo del uso de las garrafas al cliente, mejorar el sistema de carguio y





3.-	Falta	EPP	La falta del EPP adecuado durante la operación dañará de alguna forma la integridad física del trabajador	aplastamiento de dedos y extremidades, golpes	EPP adecuado	3	C	C3	<b>RIESGO MEDIO</b>	La correcta utilización de guantes, cascos, botas durante toda la operación y mientras se encuentren dentro de la planta
-----	-------	-----	---	---	--------------	---	---	----	---------------------	--

**Fuente:** Elaboración propia, 2023

### 2.3.2. Sistema Hidráulico Contra Incendio

La planta deberá contar con equipos que conformen el skid contra incendios que sean listados, de esta manera se podrá garantizar el buen funcionamiento del sistema y disminuir la probabilidad de falla en una emergencia. (NFPA 20, 2018)

Se entiende por listado a un equipo, material o servicio incluido en una lista publicada por una organización aceptable a la autoridad competente y encargada de evaluación de productos o servicios, que mantenga inspección periódica de la producción de los equipos o materiales listados o evaluación periódica de servicios cuyo listado indique que el equipo, material o servicio cumple con las normas apropiadas o ha sido probado y encontrado adecuado para un propósito especificado.



#### **Bomba Contra Incendios**

Se recomienda instalar una bomba eléctrica principal y una bomba con motor diésel de respaldo, ambas listadas para sistemas contra incendio conforme **NFPA 20**. A continuación se especifican las características que deberán cumplir las bombas y el punto normativo al que corresponde cada una. (NFPA 20, 2018)

#### **1. Válvula Compuerta de Vástago Ascendente OS&Y (Succión de la Bomba) – 4.14.5.1**

La Válvula Compuerta de Vástago Ascendente OS&Y en la succión de la bomba cumple 2 propósitos. A medida que el líquido fluye hacia la bomba, se necesita que esté tan libre de turbulencia como sea posible para evitar introducir bolsones de aire al impulsor y para evitar cargas desbalanceadas en el impulsor. Cuando la válvula compuerta se encuentra completamente abierta, el obturador está retraído dentro del cuerpo de la válvula permitiendo el paso libre de cualquier obstrucción y permitiendo un flujo laminar efectivo.

#### **2. Reductor Excéntrico (Succión de la Bomba) – 4.14.6.4**

Se emplea un reductor excéntrico en el lado de la succión de la bomba para reducir la probabilidad de ingreso de bolsones de aire al impulsor de la bomba. En la mayoría de

las instalaciones de bombas, la tubería de succión tiene un diámetro mayor que en el de la succión de la bomba, por lo que se instala un reductor excéntrico con el lado plano en la parte superior para poder realizar la conexión.

### **3. Manómetro de Presión en la Succión – 4.10.1**

Cuando existe la posibilidad de una presión de succión por debajo de 20 psi, se requiere un manómetro que tenga la posibilidad de registrar presiones negativas (vacuo-manómetro). Este manómetro permite al operador monitorear la presión de succión para asegurar que las presiones de operación estén en cumplimiento con 4.14.3.1, la cual (excepto cuando se succiona de un tanque) no permite la caída de presión por debajo de 0 psi mientras que la bomba está operando a 150% de su capacidad nominal. Si la bomba comienza a trabajar con succiones negativas existe la posibilidad de que la bomba y la tubería comiencen a cavitarse.

### **4. Manómetro de Presión en la Descarga – 4.10.1**

Este manómetro provee al operador la capacidad de observar la presión de descarga ejercida por la bomba. Se recomienda utilizar manómetros húmedos en la succión y descarga porque amortiguan las fluctuaciones de presión haciendo su lectura más fácil.

### **5. Liberador de aire automático – 6.3.3**

El liberador de aire, cuando se requiere, es típicamente parte de material distribuido por el fabricante de la bomba. El aire en el impulsor puede causar daños, por lo que es prudente tener un método para liberar ese aire, en caso de que se desarrollase.

### **6. Válvula de Alivio – 4.18**

La válvula de alivio no tiene la intención de controlar la presión cuando la bomba ha sido sobre dimensionada, pretende aliviar la presión cuando el motor diésel trabaja más rápido de lo normal, o cuando haya una falla en los controladores de presión haciendo que la bomba opere más rápido de lo normal.

### **7. Cono de Alivio – 4.18.5**

Se necesita un método para detectar flujo cuando se instala una válvula de alivio en sistemas de circuito cerrado. Un visor en un cono aguas abajo de la bomba contra

incendios proporciona una manera de observar la descarga de agua. En la práctica el visor se ensucia o se empaña dificultando la observación del flujo a través del cono.

#### **8. Válvula de Retención (Descarga de la Bomba) – 4.15.6**

La válvula de retención en la tubería de descarga limita la presión aguas abajo de la bomba contra incendios, y mantiene el agua a presión sin que retorne a través de la bomba. El contraflujo puede girar la bomba contra incendios a la inversa, causando serios daños.

#### **9. Válvula Indicadora Mariposa o Compuerta (Cabezal de Prueba) – 4.16.2**

Esta válvula está típicamente supervisada en la posición de cerrada y solamente se abre para pasar agua a las descargas de prueba o al medidor de caudal durante las pruebas de la bomba. Cuando esta válvula suministra agua a un cabezal de prueba colocado en el exterior de la caseta de bombas, la válvula se convierte en un elemento muy importante para mantener las conexiones de prueba y mantener las tuberías libres de congelamiento.

#### **10. Cabezal de Prueba – 4.20.1.1**

NFPA 20 no requiere específicamente un cabezal de prueba, sin embargo, este es uno de los medios más utilizados para realizar pruebas en las bombas. El cabezal de prueba proporciona al operador de la bomba la capacidad de medir el rendimiento real mediante del flujo de agua que, a través de la bomba contra incendios, para tomar lecturas a caudales adecuados, y para desarrollar una curva de prueba para verificar que la bomba sigue trabajando en conformidad con la curva original del fabricante.

#### **11. Válvula Indicadora Mariposa o Compuerta (Válvula de Control de Descarga de la Bomba) – 4.15.7**

Esta válvula tiene principalmente propósito de aislamiento. Esta válvula en combinación con la con la válvula de control en la succión, proveen la habilidad de aislar la bomba, la válvula de retención y el cabezal de prueba con sus componentes para realizar reparaciones, mantenimientos y pruebas manteniendo la succión y el bypass de la bomba en servicio.

## **12. Medidor de Caudal – 4.20.2**

Este equipo provee un método para medir el caudal de la bomba. Si el medidor de caudal está en un arreglo de circuito cerrado con la succión de la bomba se puede medir el rendimiento de la bomba sin necesidad de descargar agua (pero no el rendimiento de suministro de agua). NFPA 25 permite pruebas de rendimiento sin descarga de agua 2 de cada 3 años. Cada tercer año se debe realizar una prueba con descarga de agua. Esta prueba permite verificar el rendimiento de suministro de agua.

## **13. Válvula Indicadora Mariposa o Compuerta (Medidor de Caudal) – A.20.1.2(1)**

Esta válvula debe ser instalada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Esta válvula se utiliza como válvula de aislamiento si el medidor de caudal necesita ser reparado o cambiado. También se la emplea como válvula de estrangulamiento para controlar el caudal durante la prueba de rendimiento para lograr condiciones de flujo de 100% y 150% respectivamente.

## **14. Controlador de la Bomba Contra Incendios – 4.7.5**

Este controlador se utiliza para monitorear, encender y apagar la bomba contra incendios. Los controladores eléctricos monitorean la disponibilidad de energía y el estado de la bomba, y el control de la alimentación del motor eléctrico. Los controladores para motor diésel monitorean la disponibilidad de energía y el estado del motor, y envían señales electrónicas al conductor del motor. Cuando un controlador está configurado para el funcionamiento automático, un transductor de presión o interruptor Mercoid se utiliza para indicar al controlador el arranque de la cuando la presión del sistema se reduce a un nivel preestablecido.

## **15. Controlador de la Bomba Mantenedora de Presión (Bomba Jockey) – 4.7.5**

Pese a que NFPA 20 no exige específicamente el uso de una Bomba Jockey, si exige otro medio que mantenga la presión a parte de la bomba contra incendios. Si se utiliza una Bomba Jockey debe tener su propio controlador. Este se utilizará para encender la Bomba Jockey cuando la presión en el sistema contra incendios disminuya a un nivel definido y para parar la bomba cuando la presión del sistema llegue al nivel establecido.

**16. Línea Sensora de Presión (Controlador de la Bomba Contra Incendios) – 4.30.1**

Un extremo de la línea sensora de presión de la bomba contra incendios está conectado a un sensor de presión (interruptor Mercoid o transductor de presión) dentro del controlador. El otro extremo de la línea de detección está conectado a la tubería de la bomba contra incendios entre la válvula de la válvula de retención de descarga y control de descarga del conjunto de la bomba contra incendios.

**17. Línea Sensora de Presión (Bomba Jockey) – 4.30.1**

Esta línea cumple la misma función que la de la bomba contra incendios, pero para la Bomba Jockey.

**18. Bomba Mantenedora de Presión (Bomba Jockey) – 4.25**

Pese a que NFPA 20 no exige específicamente el uso de una Bomba Jockey, si exige otro medio que mantenga la presión a parte de la bomba contra incendios y la Bomba Jockey es la más empleada para cumplir este requerimiento.

**19. Válvula de Aislamiento (Succión de Bomba Jockey) – 4.25.5.3**

Esta válvula no necesita ser listada. Su función primaria es la de proveer aislamiento aguas arriba del suministro de agua para poder realizar, mantenimiento, reparaciones o reemplazo de la Bomba Jockey o de la válvula de retención.

**20. Válvula de Retención (Descarga de la Bomba Jockey) – 4.25.5.4**

Se requiere esta válvula para mantener la presión en el sistema de protección contra incendios de modo que cuando la Bomba Contra Incendios esté funcionando, la presión que ejerce no fluya de vuelta a través de la Bomba Jockey, causando que gire en sentido inverso dañando la bomba.

**21. Válvula de Aislamiento (Descarga de la Bomba Jockey) – 4.25.5.4**

Esta válvula no necesita ser listada. Se utiliza en conjunto con la válvula de aislamiento en la succión para aislar la Bomba Jockey o la válvula de retención, cuando sea necesario, para realizar mantenimiento.

**22. Válvula de Retención (Departamento de Bomberos) – Ver NFPA 13 y NFPA 14**

En la configuración de la Bomba Contra Incendios se debe instalar una conexión para el departamento de bomberos aguas abajo de la válvula de retención y la válvula de control a la descarga de la Bomba. Esta válvula de retención se emplea para prevenir que la conexión para el departamento de bomberos experimente presiones ejercidas por la bomba contra incendios y para reducir la posibilidad de congelamiento de la tubería.

### **23. Conexión para el Departamento de Bomberos – Ver NFPA 13 y NFPA 14**

La conexión para el departamento de bomberos provee un punto de conexión cuando la presión y caudal pueden ser complementadas por el Departamento de Bomberos durante operaciones de combate de incendios.

### **24. Tanque de Combustible Diésel – 11.4**

El tanque de combustible diésel es necesario para proveer la cantidad suficiente de combustible y asegurar el correcto funcionamiento de la bomba por un tiempo determinado.

### **25. Escape del Motor – 11.5**

El escape del motor se utiliza para dispersar los gases calientes de la combustión producidos por el motor diésel a una ubicación segura afuera de la caseta de bombas. Se debe verificar que el diámetro de la tubería y el número de cambios de dirección sean adecuados para prevenir que la contrapresión en el motor exceda la recomendación del fabricante.

### **26. Baterías – 11.2.7.2.1**

En una configuración con motor diésel las baterías proporcionan la potencia de arranque al arrancador al recibir notificación del controlador de la bomba contra incendios. Además, las baterías proporcionan energía de reserva para el controlador si falla la fuente de alimentación primaria o secundaria.

### **27. Válvula Indicadora Mariposa o Compuerta (Bypass) – 4.16.1**

Estas válvulas indicadoras situadas antes y después de la válvula de retención en un bypass son normalmente abiertas; proporcionan el aislamiento de la válvula de retención en caso de que requiera reparación o reemplazo. Una válvula indicadora en

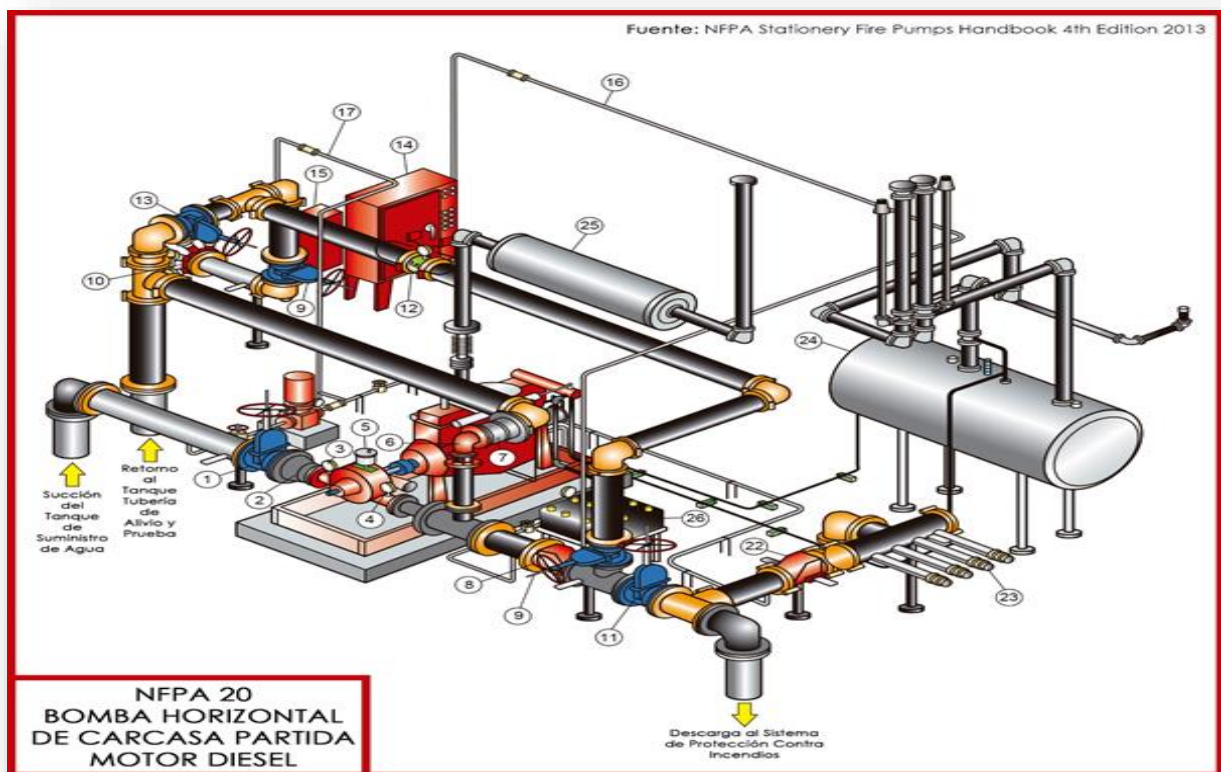
el bypass se puede utilizar en conjunto con la válvula de control de succión de la bomba para aislar el sistema de supresión de fuego del suministro de agua.

## 28. Válvula de Retención (Bypass) – 4.15.6

La válvula de retención en el bypass permite proveer un poco de presión al sistema contra incendios en caso de que la bomba contra incendios falle. También evita que la descarga de la bomba contra incendios o de la Bomba Jockey ingrese al suministro de agua.

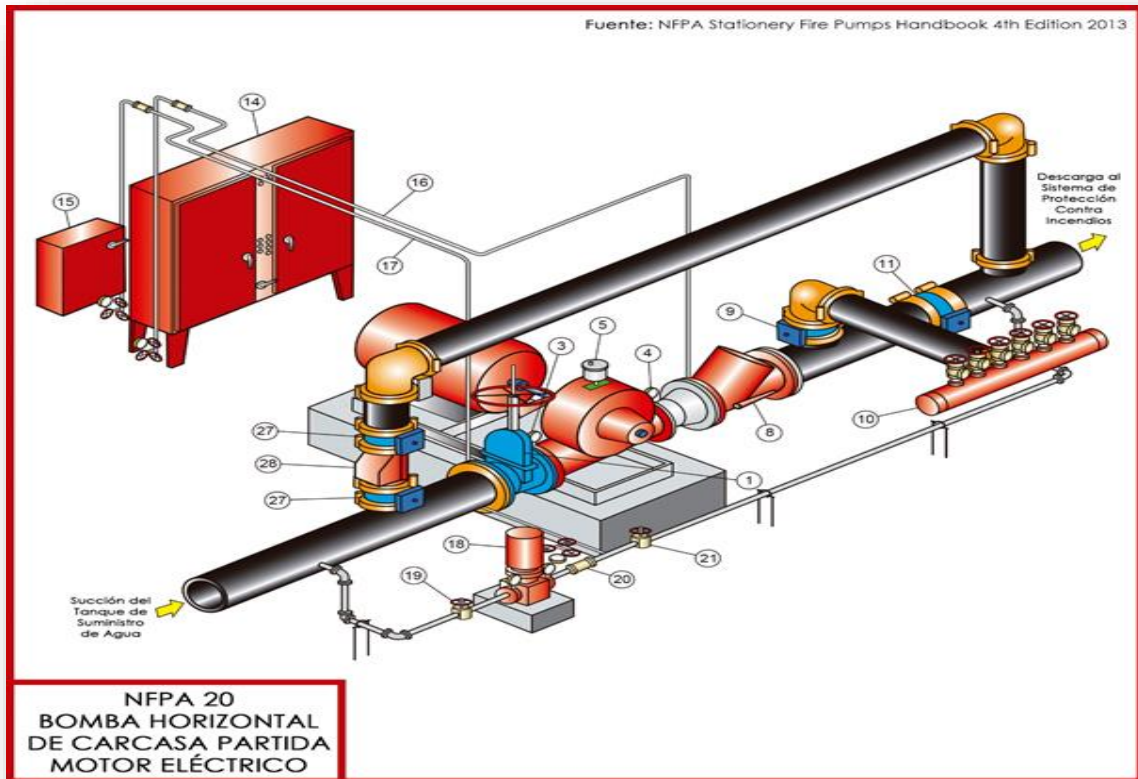
Las figuras 2.24 y 2.25 muestran los arreglos típicos de Bombas Contra Incendio con Motor Diésel y Motor Eléctrico respectivamente. Cada uno de los puntos indicados en estas figuras está descrito en las líneas anteriores.

**Figura N° 22 Arreglo Típico de una Bomba Contra Incendios con Motor a Diésel**



Fuente: NFPA, 2020

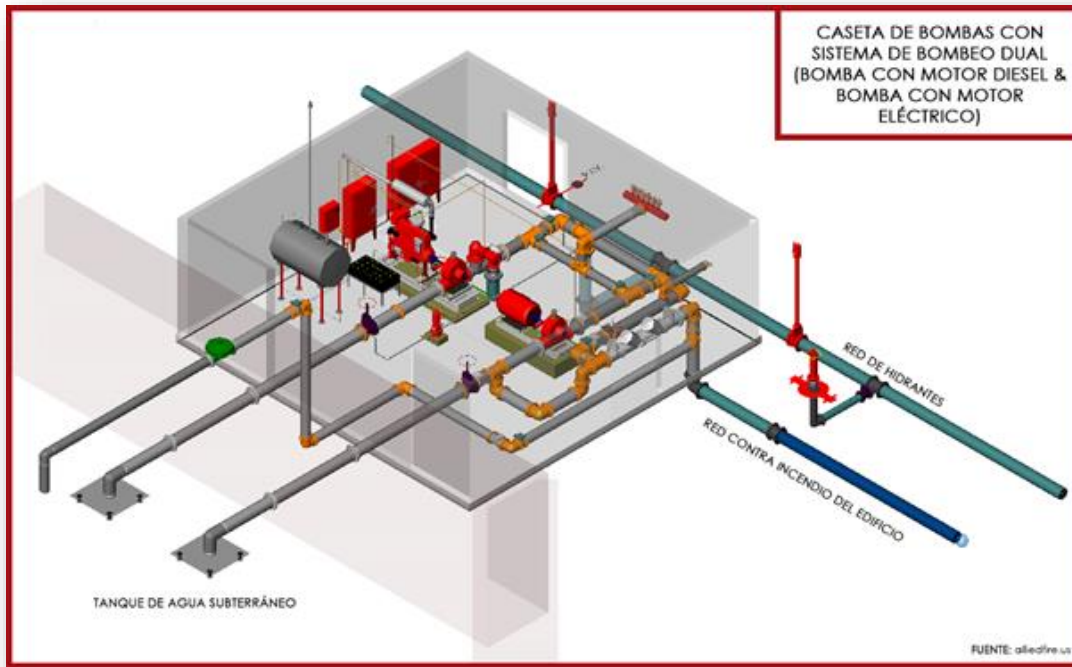
Figura N° 23 Arreglo Típico de una Bomba Contra Incendios con Motor Eléctrico



*Fuente: NFPA, 2020*

La caseta de bombas deberá cumplir los requisitos de la norma NFPA 20. Esta deberá ser utilizada solamente para las bombas del sistema contra incendio y no como almacén de otros materiales. Deberá ser cerrada y construida de un material resistente al fuego por un tiempo mínimo de 2 horas. Deberá contar con iluminación artificial permanente y mínimamente 2 medios de egreso. Además, deberá contar con un sistema de rociadores automáticos para la bomba diésel. (NFPA 20, 2018)

Figura N° 24 : Caseta de Bombas



Fuente: NFPA, 2020

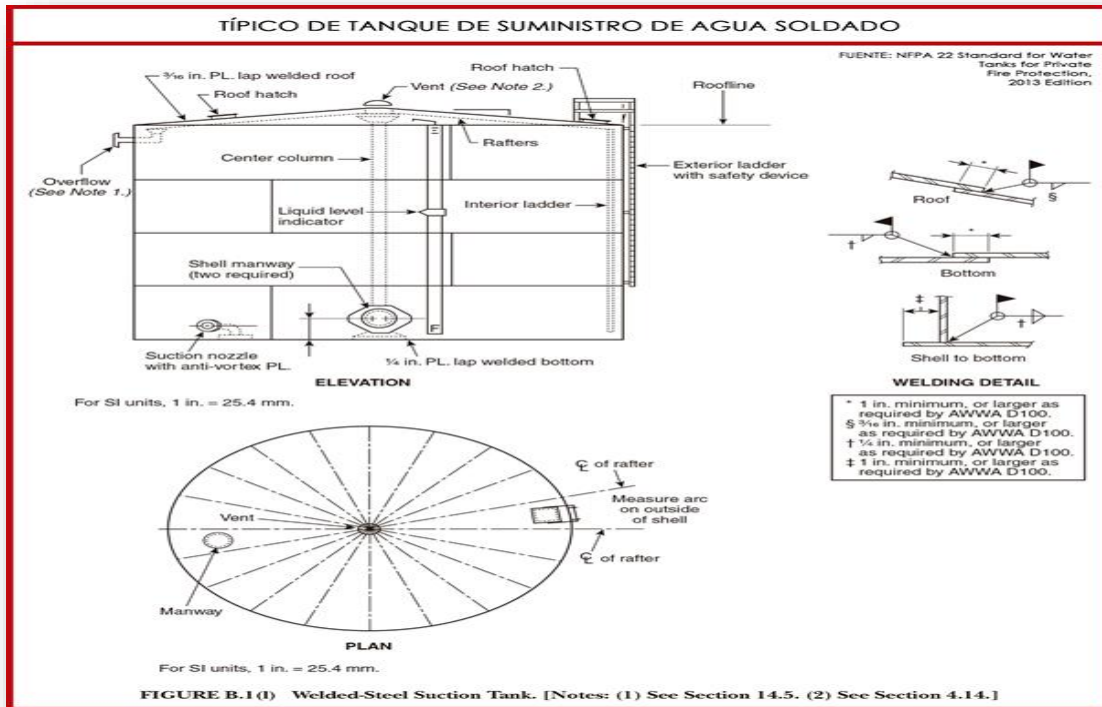
## Tanques

La Planta Qhora Qhora (Sucre) cuenta con tanque propio de agua, sin embargo, se recomienda la instalación de un tanque de abastecimiento con capacidad suficiente para cubrir la demanda de agua calculada por un tiempo mínimo de 4 horas o ver la manera de garantizar esta cantidad de agua por el tiempo establecido.

El tanque y sus características recomendadas a instalar deberá cumplir con los requisitos de NFPA 22 y podrá ser de acero, madera, concreto, geo-membrana o de plástico reforzado con fibra de vidrio. La figura No 2.27 presenta el típico diseño del tanque que se emplea conforme NFPA.

Las dimensiones y capacidad deberán ser definidas durante la ingeniería que se realice y deberá cumplir con las especificaciones de NFPA 22. (NFPA 22, 2017)

Figura N° 25 Caseta De Bombas



Fuente: NFPA, 2020

## 📖 Válvulas

De acuerdo al capítulo 6 de la NFPA 24, todas las válvulas que controlan conexiones a suministros de agua deben ser listadas para sistemas contra incendio de tipo indicadores. Una válvula indicadora es aquella que tiene componentes que muestran si la válvula está abierta o cerrada. Las válvulas aceptadas pueden ser:

- Válvulas compuerta con vástago ascendente (OS&Y)
- Válvulas mariposa operadas con engranaje y volante
- Válvulas globo
- Válvulas bolas operadas con engranaje y volante

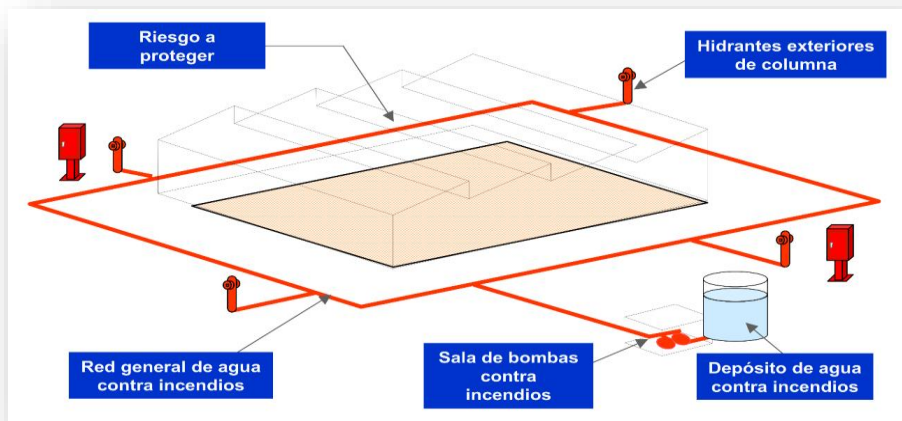
Las válvulas indicadoras no deben cerrar en menos de 5 segundos cuando son operadas a la velocidad máxima posible desde la posición completamente abierta. Todas las válvulas deben estar provistas con señales de identificación indicando su función y qué controla.



## Red Contra Incendio

Se recomienda que la red que se diseñe sea en forma de anillo cerrado garantizando así la hidráulica en todos los puntos y permitiendo un flujo continuo de agua en caso de una rotura en algún punto de la red mediante válvulas seccionadoras. (NFPA 24, 2018)

**Figura N° 26 Sistema con Circuito Cerrado.**



*Fuente: NFPA, 2020*

Se deben realizar Inspecciones, Pruebas y Mantenimiento a todos los equipos del sistema hidráulico de protección contra incendio de la planta periódicamente de acuerdo a lo especificado por NFPA 25 (semanas, mensual, trimestral, semestral, anual) por personal calificado para esta tarea. Se recomienda terciarizar esta actividad o capacitar personal interno para su realización.



## Sistema de Aspersión

Se deberá diseñar y calcular el sistema de aspersión para los tanques horizontales de tal forma que se cubra en su totalidad el área de cada uno de estos conforme NFPA 15.

Durante la etapa de ingeniería se deberá realizar el cálculo hidráulico para que los tanques tengan un recubrimiento del 100% de su área. El caudal requerido por NFPA para este caso será de 10,2 L/min/m<sup>2</sup>.

**Figura N° 27 Tanques Horizontales de GLP con un Sistema de Aspersión con 100% De Cobertura**



*Fuente: CALAMEO, 2019*



### **Extintores Portátiles**

- El mantenimiento anual de los extintores, la reparación, cambio de piezas, recarga y pruebas hidrostáticas deberá ser realizado por personal calificado para esta tarea. Se recomienda contratar una empresa certificada de inspección y mantenimiento ya que no se está efectuando un trabajo de acuerdo a las Normas NFPA.
- Se debe mejorar la distribución de extintores en la planta puesto que los actuales no cubren con la demanda requerida por NFPA 10.
- Se debe contratar de manera urgente una empresa con personal calificado para la inspección y mantenimiento de extintores a fin de validar los equipos que se tienen actualmente en planta.
- Se recomienda verificar la correcta altura para la ubicación de los extintores conforme NFPA 10
  - Los extintores de incendio con un peso bruto no mayor de 40 lb (18,14 kg) deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 5 pies (1,53 m) sobre el suelo

- Los extintores de incendios con un peso bruto mayor de 40 lb (18,14 kg) (excepto aquellos sobre ruedas), se deben instalar de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 3 ½ pies (1,07 m) sobre el suelo.
- En ningún caso el espacio libre entre el fondo del extintor y el piso debe ser menor a 4 pulgadas (102 mm); es decir **no se deben apoyar en el piso.**

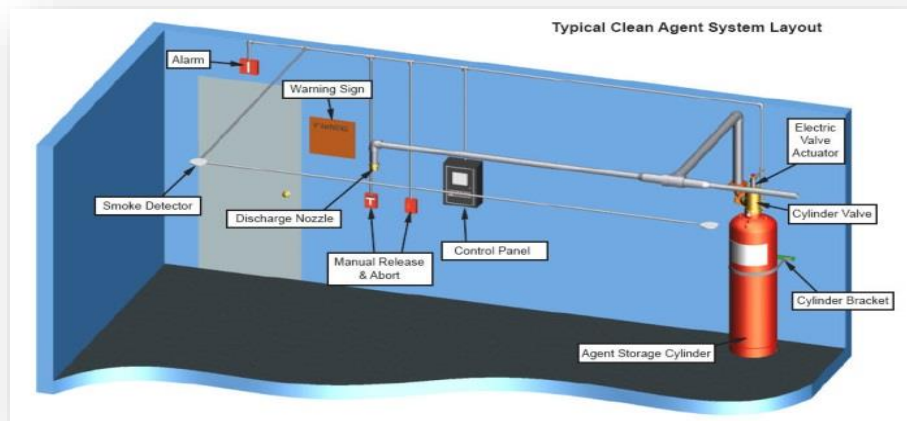


### Sala de Control y Sala Eléctrica

A continuación, se detalla un sistema NOVEC contra incendio que se recomienda para la Planta de Engarrafado, este sistema no daña los equipos en su interior.

Se almacena como líquido, pero sale como gas. Inunda el área, es un sistema sofisticado de protección porque detecta el incendio y descarga el agente.

**Figura N° 28 Sistema NOVEC para sala de Control y sala Eléctrica.**



**Fuente:** NFPA, 2020

### 2.3.3. Selección y Distribución de Extintores

Se realizará la distribución en planta de los extintores en función al nivel de riesgo que se calculó anteriormente para cada uno de los sectores.

- **Sala eléctrica**

**Tabla N° 8 Selección de Extintores en la Sala Eléctrica**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>10 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>60-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		Soportado con gancho en la pared exterior a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor, debidamente señalado.
<i>Nota: La selección de extintores para este punto se realizó dando cumplimiento a NFPA 850.</i>		

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Cargadero de GLP**

**Tabla N° 9 Selección de Extintores en el Cargadero de GLP**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>18 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>80-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		Soportado con gancho en un poste a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor.
<i>Nota: La selección de extintores para este punto se realizó dando cumplimiento a NFPA 58.</i>		

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Área de Bombeo Tanques Cilíndricos**

**Tabla N° 10 Selección de Extintores en el Área de Tanques**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>18 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>80-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		<i>Soportado con gancho en un poste a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor.</i>
<i>Nota: La selección de extintores para este punto se realizó dando cumplimiento a NFPA 58.</i>		

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Tanques Cilíndricos GLP**

**Tabla N° 11 Selección De Extintores en el Área de Tanques**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Cilindro de Nitrógeno Presurizado</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>300 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>480-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		<i>Frente al área de tanques</i>

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Planta Engarrafadora de Qhora Qhora**

**Tabla N° 12 Selección de Extintores en la Planta de Engarrafado**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>18 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>80-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>6</i>
<b>Ubicación</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3 Extintores en la pared externa del galpón</li> <li>2. 3 Extintores en la pared interna del galpón</li> </ol> Todos los Extintores deben estar soportados con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m
<i>Nota: La selección de extintores para este punto se realizó dando cumplimiento a NFPA 58.</i>		

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Compresor de Aire**

**Tabla N° 13 Selección de Extintores en la sala de Compresores De Aire**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Ordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Dióxido de Carbono</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Presurizado</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>10 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>10-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		Soportado con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor.

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- Recalificadora de Garrafas

Tabla N° 14 Selección De Extintores En La Planta De Recalificación

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>18 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>80-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>4</i>
<b>Ubicación</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>2 Extintores en la pared externa del galpón</li> <li>2 Extintores en la pared interna del galpón</li> </ol> Todos los Extintores deben estar soportados con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m.

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- Mantenimiento

Tabla N° 15 Selección De Extintores En El Taller De Mantenimiento

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Ordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>A:B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco ABC (fosfato de amonio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Presurizado</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>10 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>4-A:40-B:C<sup>(1)</sup></i>
	<b>Cantidad</b>	<i>2</i>
<b>Ubicación</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>2 extintores</li> </ol> Todos los Extintores deben estar soportados con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m.
<p><i>(1) Se selecciona esta clasificación por temas comerciales ya que este riesgo puede ser cubierto con una clasificación 2-A:10-B:C; sin embargo, la capacidad de este extintor es de 5 lb.</i></p>		

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Cargadero de GLP y Área de Bombeo (Tanques Cilíndricos)**

**Tabla N° 16 Selección de Extintores en el Área de Bombas**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Extraordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Operado con Cartucho</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>18 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>80-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		<i>Soportado con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor.</i>

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

- **Sala de Tableros de Planta**

**Tabla N° 17 Selección de Extintores en la Sala De Control**

<b>Tipo de Riesgo</b>		<i>Ordinario</i>
<b>Tipo de Fuego Identificado</b>		<i>B:C</i>
<b>Selección del Extintor</b>	<b>Agente</b>	<i>Dióxido de Carbono</i>
	<b>Método de Operación</b>	<i>Presurizado</i>
	<b>Capacidad</b>	<i>10 lb</i>
	<b>Clasificación UL</b>	<i>10-B:C</i>
	<b>Cantidad</b>	<i>1</i>
<b>Ubicación</b>		<i>Soportado con gancho en la pared a una altura no mayor a 1,53 m hasta la parte superior del extintor, debidamente señalizado.</i>

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

#### 2.3.4. Resultados de la Selección y Distribución de Extintores

Como resultado del estudio se tiene una cantidad mínima de extintores para cubrir los requerimientos normativos.

**Tabla N° 18 Numero de Extintores a Instalar en La Planta**

<b>Nro.</b>	<b>Agente</b>	<b>Método de Operación</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Clasificación UL</b>	<b>Cantidad</b>
<b>1</b>	Polvo Químico Seco ABC (fosfato de amonio)	Presurizado	10 lb	4-A:40-B:C	5
<b>2</b>	Químico Húmedo	Presurizado	6 L	2-A: K	1
<b>3</b>	Dióxido de Carbono	Presurizado	10 lb	10-B:C	3
<b>4</b>	Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)	Operado con Cartucho	10 lb	60-B:C	3
<b>5</b>	Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)	Operado con Cartucho	18 lb	80-B:C	9
<b>6</b>	Polvo Químico Seco Purple K (bicarbonato de potasio)	Cilindro de Nitrógeno Presurizado	300 lb	480-B:C	3
				<b>TOTAL</b>	<b>24</b>

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

## **2.4 Análisis y discusión**

### **2.4.1 Análisis de resultados**

Por medio de los diagnósticos realizados a la planta Qhora Qhora, mediante las normas NPFA 10, NPFA 58, entre otras se pudo evidenciar la falta de cumplimiento, por otro lado, se determinó que la capacidad del tanque de almacenamiento de agua debe tener una capacidad de 4 horas aproximadamente, con la cual se cubriría una demanda de agua en toda la planta engarrafadora. Lo ideal es que la bomba que tienen funcione al 100%.

En lo que respecta a los monitores, estos no están funcionando correctamente, según el registro que se realizaron sobre pruebas de hidrantes y aspersores, la presión es baja, por lo que no se puede medir las presiones estática y dinámica, tampoco aplica porque al no estar en buenas condiciones los equipos no se podrá evidenciar datos correctos.

Referente al Sistema contra incendios total, existen fallas evidentes debido a una falta de limpieza y mantenimiento preventivo, como, por ejemplo, sobre los extintores de fuego, estos tienen un tiempo de descarga nula, es decir, no funcionan los equipos.

Los rociadores con los que se despacha el agua pulverizada, no cumplen con la Norma NFPA 15, por lo cual se recomendó el uso de Sprinklers para su buen funcionamiento. Sobre los monitores de descarga, estos si tienen fugas y pérdida de agua en los monitores, por lo cual se recomienda instalar una bomba con capacidad de 1500 gpm

#### 2.4.1 Discusión de resultados

En lo que respecta a los trabajos puestos como referencia en la sección de antecedentes, el presente trabajo solo buscó el realizar un diagnóstico del sistema contra incendios actual que se tiene en la planta Qhora Qhora, es decir, a diferencia del proyecto presentado en la universidad Politécnica Salesiana, en la cual se realizó un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo se evidencia la gran diferencia en los objetivos de ambos proyectos.

Referente al proyecto presentado en la universidad de Nueva Granada, una parte del presente trabajo consistió en realizar un análisis de riesgos a la planta Qhora Qhora, pero siendo este como un complemento de la propuesta total realizada, en el caso del trabajo mencionado anteriormente, este fue el objetivo principal del trabajo.

## 2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.5.1 Conclusiones

La monografía desarrollada se centra mayormente en el diagnóstico del Sistema Contra Incendios con el que actualmente cuenta la Planta de Engarrafado y Almacenaje QHORA QHORA para poner verificar si se daba cumplimiento de las normas NPFA entre otras normas de apoyo.

Realizando un análisis detallado a la planta donde se determinó que el sistema contra incendios, no se tiene ningún procedimiento de inspección, prueba y/o mantenimiento y

tampoco hay registros o indicios de que este trabajo sea realizado por un tercero que este certificado, por lo cual no se cumple con la norma NPFA 25, NPFA 10.

Se elaboró un chek list cuadro descriptivo referente a el cumplimiento de extintores bajo norma, donde se determinó que en su gran mayoría cumplía con las especificaciones técnicas, pero presentaba fallos en su ubicación y el tiempo de calibración que se realizaba de acuerdo con la norma NPFA 10.

En cuanto a la Red de Agua Contra Incendios, la planta si cuenta con la red de Agua, pero la cantidad de agua con la que cuenta la planta no cumple con el recomendado por la norma NFPA24, NPFA 25.

Referente a los hidrantes, el hidrante N° 3 presento fugas por lo se recomienda programar un mantenimiento también para los otros hidrantes que solo presentan desgaste en la pintura.

Realizando un análisis de riesgo en la Planta de Qhora Qhora, se pudo determinar que la mayoría de las Áreas caen en riesgo moderado a bajo por lo cual deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo que deben implementarse en un período determinado con las recomendaciones realizadas que se encuentran en las tablas de los análisis de los análisis de riesgos.

Realizando un estudio de carga de fuego se determinó que la cantidad de extintores requeridos por la planta de engarrafado y almacenaje son 24 extintores a instalar en las tablas se han descrito que capacidad tendría cada extintor.

Se propuso y describió los componentes mínimos con los que deberá contar el skid de bombeo debido a que no cumple con las especificaciones de la norma NFPA 20, por lo cual se recomienda realizar un diseño del sistema skid de bombeo.

También poder realizar un rediseño del sistema de enfriamiento de los tanques salchicha de GLP es inadecuado y no cumple con ninguno de los puntos exigidos por NFPA 15. para que la superficie de cada uno de los tanques se encuentre cubierta al 100%.

### 2.5.2 Recomendaciones

Se recomienda que, para mantener la operabilidad del sistema, se debe realizar el mantenimiento y inspecciones periódicas de toda la red que comprende lo que es el

sistema contra incendios, con el fin de identificar los elementos que están obsoletos, así como implementar nuevas medidas

Elaborar un check list específico para el sistema contra incendios con el que cuenta la planta de Qhora Qhora.

Capacitar continuamente al personal sobre los sistemas contra incendios, como la localización de extintores, salidas de emergencia que cuenta la planta de Qhora Qhora

## **BIBLIOGRAFÍA**

API 2510. (2019). *Design and Construction of LPG Installations covers the design*. Massachusetts - USA: API.

Campbell, J. M. (1992). *Gas Conditioning and Processing*. Oklahoma.

Di Pelino, A., Vianco, G., Iglesias, F., Katz, P., & Danieli, M. (2002). *Gas Licuado de Petroleo*. Buenos Aires: Instituto Argentino de la Energia "General Mosconi".

KSB . (2023). *KSB GROUP* . Obtenido de <https://www.ksb.com/es-es>

Lopez, J. E. (2001). *Manual de Instalaciones de GLP*. Barcelona: Comunicacion Visual, S.L. Ministerio de Hidrocarburos. (30 de Abril de 1996). DECRETO SUPREMO N° 24721. La Paz, Bolivia.

NFPA 1. (2020). *FIRE CODE*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 10. (2021). *NORMA PARA EXTINTORES PORTATILES*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 13. (2020). *Norma para la instalacion de rociadores*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 20. (2018). *Norma para la instalacion de bombas contra incendios*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 22. (2017). *Norma para proteccion contra incendios en tanques*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 24. (2018). *Norma para la instalacion de una red contra incendios y sus accesorios*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 25. (2020). *Normas para la inspeccion, prueba y mantenimiento de sistemas de proteccion contra incendios a base de agua*. Massachusetts - USA: NFPA.

NFPA 58. (2019). *CODIGO PARA EL GAS LICUADO DE PETROLEO*. Massachusetts - USA: NFPA.

PEMEX. (2007). *Petroleros Mexicanos*. Recuperado el 5 de Abril de 2012, de Petroleros Mexicanos: <http://www.gas.pemex.com>

PUMP BOMBAS. (2022). *Cursos de bombas hidráulicas y sistemas de flujo*. Obtenido de <https://pumpsbombas.com/>

Silva, F. J., & Calle, M. A. (2008). *Ingeniería y Tecnologías en la Industria del Gas Natural*. Santa Cruz: UVirtual Centro de Excelencia.

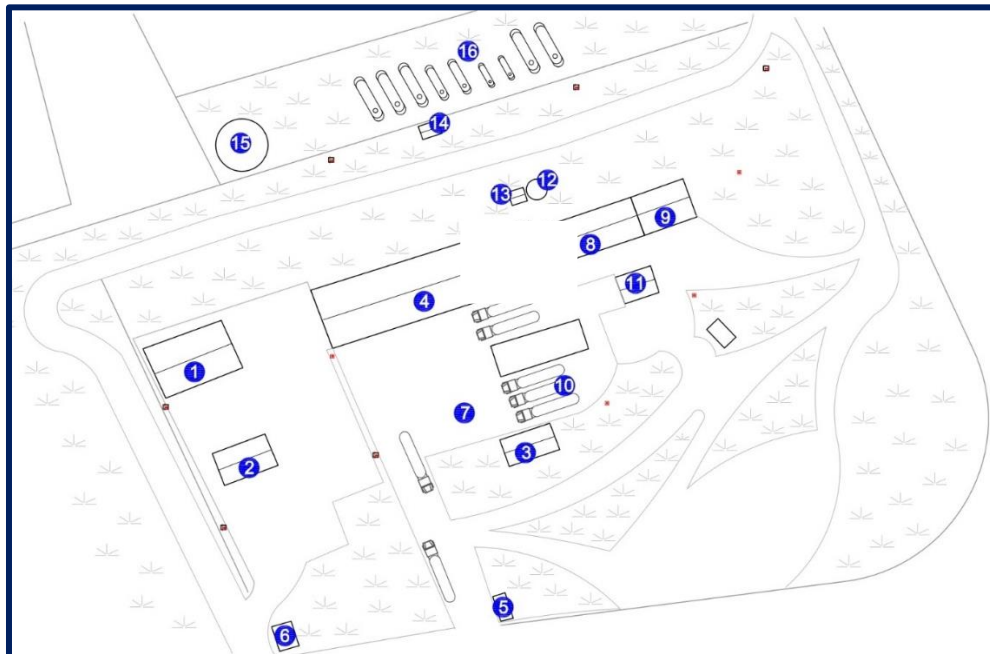
YPF. (2011). *Manual de Operaciones y Mantenimiento en Aeroplantas*. BUENOS AIRES: YPF.

YPFB AVIACION. (2023). *INFORME TECNICO ANUAL*. SANTA CRUZ : YPFB AVIACION.

YPFB CORPORACION. (2021). *INFORME DE MANTENIMIENTO PLANTA ENGARRAFADORA*. SUCRE, BOLIVIA: YPFB.

## ANEXOS

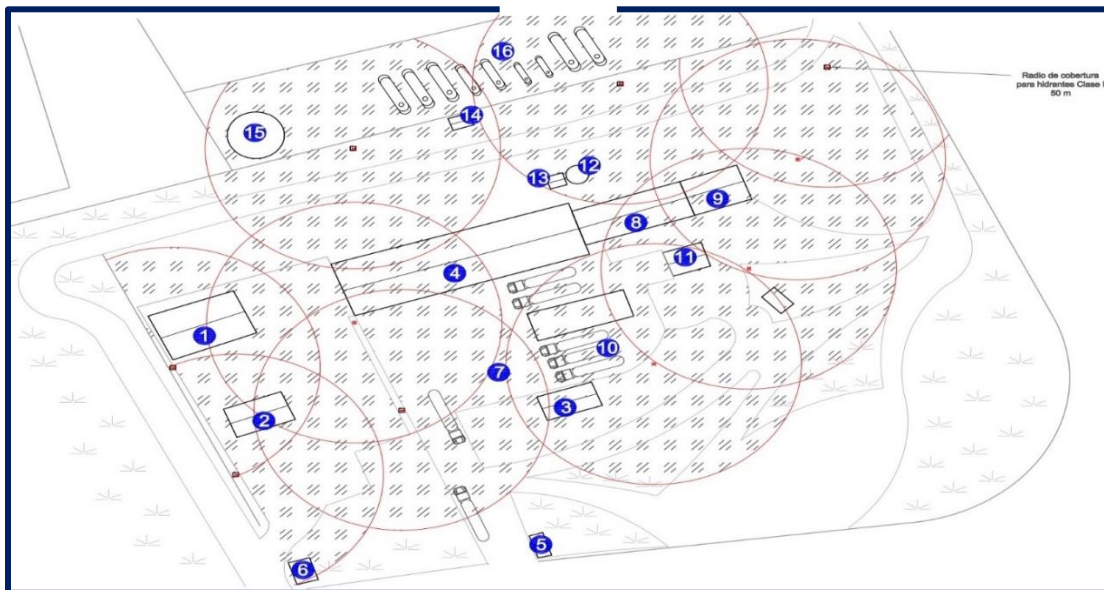
### A-1: PLANO GENERAL DE LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIOS



REFERENCIAS			
1	Almacen de materiales	9	Almacen de Garrafas
2	Isla de despachos	10	Almacenamiento de líquidos
3	Oficinas	11	Área de purgado
4	Planta engarrafadora	12	Tanque de agua
5	Portería	13	Bomba de agua
6	Portería II	14	Sala de control
7	Parqueo	15	Tanque de GLP
8	Taller de garrafas	16	Tanques cilíndricos de GLP

Fuente: Elaboración propia, 2023

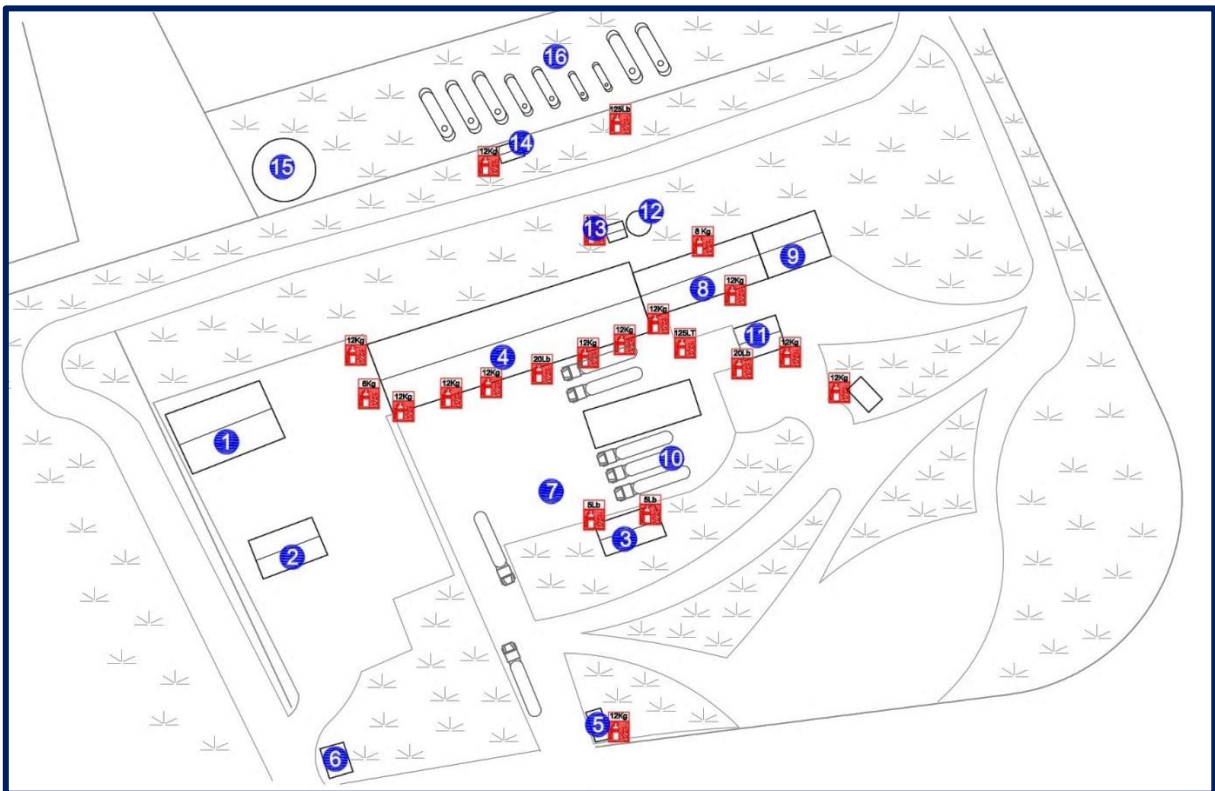
### A-2: PLANO DE LA COBERTURA DE HIDRANTES EN LA PLANTA ENGARRAFADORA



REFERENCIAS			
1	Almacen de materiales	9	Almacen de Garrafas
2	Isla de despachos	10	Almacenamiento de líquidos
3	Oficinas	11	Área de purgado
4	Planta engarrafadora	12	Tanque de agua
5	Portería	13	Bomba de agua
6	Portería II	14	Sala de control
7	Parqueo	15	Tanque de GLP
8	Taller de garrafas	16	Tanques cilíndricos de GLP

Fuente: Elaboración propia, 2023

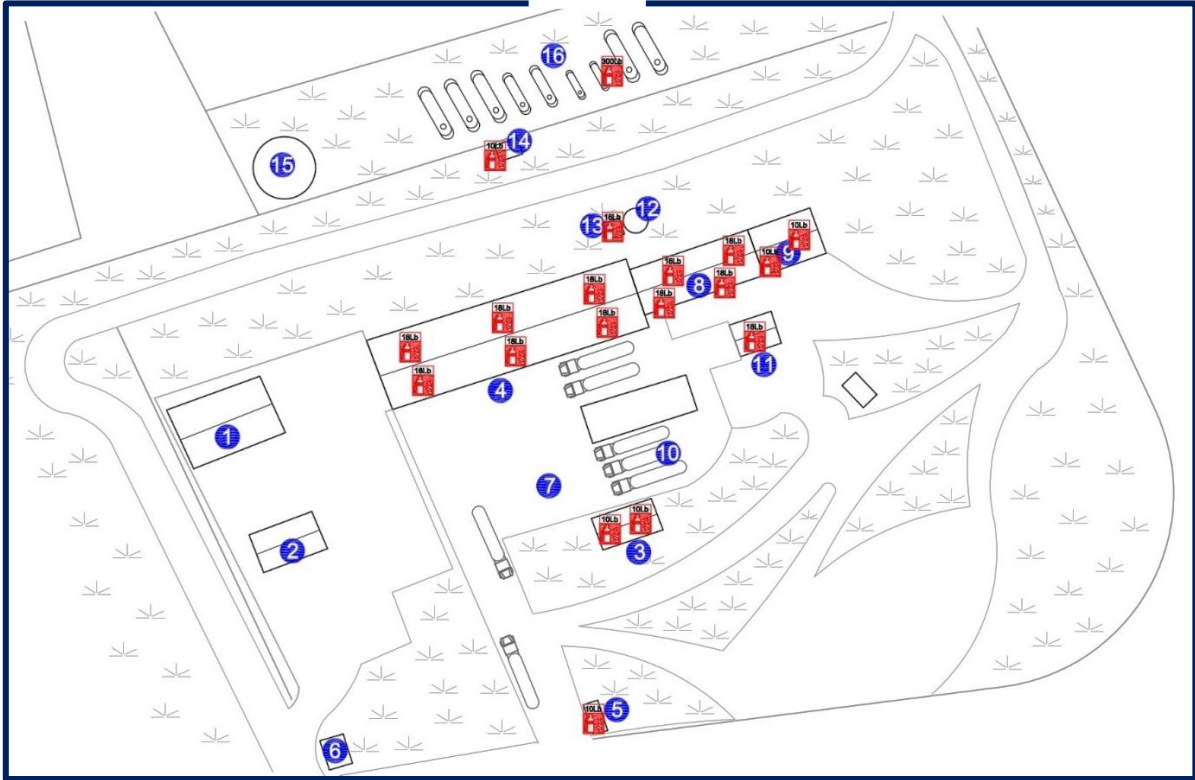
### A-3: PLANO DE LA UBICACIÓN DE EXTINTORES EN LA PLANTA ENGARRAFADORA



REFERENCIAS			
1	Almacen de materiales	9	Almacen de Garrafas
2	Isla de despachos	10	Almacenamiento de líquidos
3	Oficinas	11	Área de purgado
4	Planta engarradora	12	Tanque de agua
5	Portería	13	Bomba de agua
6	Portería II	14	Sala de control
7	Parqueo	15	Tanque de GLP
8	Taller de garrafas	16	Tanques cilíndricos de GLP

Fuente: Elaboración propia, 202

#### A-4: DISTRIBUCION RECOMENDADA DE EXTINTORES EN LA PLANTA ENGARRAFADORA



REFERENCIAS			
1	Almacén de materiales	9	Almacén de Garrafas
2	Isla de despachos	10	Almacenamiento de líquidos
3	Oficinas	11	Área de purgado
4	Planta engarrafadora	12	Tanque de agua
5	Portería	13	Bomba de agua
6	Portería II	14	Sala de control
7	Parqueo	15	Tanque de GLP
8	Taller de garrafas	16	Tanques cilíndricos de GLP

Fuente: Elaboración propia, 2023