



Universidad de Cienfuegos

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de Diploma

en opción al título de Ingeniero Industrial

*Título: Propuesta de mejora en el Sistema de Espuma y Agua
Contra Incendio en el Muelle de la Refinería de Cienfuegos.*

Autor: Pablo Luis Hall Zulueta.

Tutor: Ing. Ramón de Jesús Andino Menéndez.



Curso: 2023

“Año 64 de la Revolución”

Pensamiento

“Sé firme en tus actitudes y perseverante en tu ideal. Pero sé paciente, no pretendiendo que todo llegue de inmediato. Haz tiempo para todo, y todo lo que es tuyo, vendrá a tus manos en el momento oportuno”

Mahatma Gandhi



Dedicatoria

A mis padres, que siempre depositaron su confianza en mí y me brindaron todo el apoyo necesario para poder hacer este sueño realidad.

A mis hermanas, abuelos, tíos, primos, que siempre de una manera u otra se interesaron por mi carrera y me dieron las fuerzas necesarias para llegar hasta aquí.

Agradecimientos

A mi tutor Andino, que me brindó su mano incondicional para que este trabajo se pudiera realizar.

A mis amistades del PRE, que siempre confiaron que yo podía cumplir mis objetivos y me dieron muchos consejos.

A mis compañeros de trabajo, en especial al Guille, que me brindaron su apoyo incondicional y estuvieron pendientes de mi carrera todo el tiempo.

A Frank y Ángel Daniel, esos amigos de infancia que jamás se han separado de mí y me han soportado a lo largo de toda mi vida.

A todos, mil gracias.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal proponer mejoras en el Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio para disminuir el tiempo de acción al combatir principios de incendios. Se explicarán los componentes de cada sistema y se describirán las operaciones a realizar ante una emergencia de incendio. Dado que la prevención y control de incendios son de vital importancia en instalaciones industriales, se busca identificar deficiencias en los sistemas existentes y proponer soluciones que mejoren la eficiencia y efectividad en la respuesta de emergencia. Se espera que este proyecto proporcione a la refinería una guía clara para fortalecer ambos sistemas y así poder seguir preservando las vidas humanas y materiales de la instalación.

Palabras claves: Mejoras, Sistema de Espuma, Sistema de Agua Contra Incendios, eficiencia, efectividad

Abstract

The main objective of this work is to propose improvements in the Fire Fighting Foam and Water System to reduce the action time when fighting early fires. The components of each system will be explained and the operations to be carried out in the event of a fire emergency will be described. Given that fire prevention and control are of vital importance in industrial facilities, the aim is to identify deficiencies in existing systems and propose solutions that improve efficiency and effectiveness in emergency response. This project is expected to provide the refinery with clear guidance to strengthen both systems to continue preserving human lives and materials at the facility.

Keywords: Improvements, Foam System, Fire Water System, efficiency, effectiveness

Objetivo general

Plantear posibles soluciones para disminuir el tiempo operacional al combatir un incendio en el Muelle de la Refinería Cienfuegos S.A.

Objetivos específicos

1. Dar a conocer las partes que conforman el fuego.
2. Explicar el funcionamiento del Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio en el Muelle.
3. Conocer cómo se actúa en el área ante un incendio.
4. Buscar brechas existentes en el Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio.
5. Proponer posibles soluciones a los problemas encontrados.

Índice

Resumen

Abstract

Objetivo general

Objetivos específicos

Introducción	12
Capítulo I: Marco Teórico	15
1.1 Generalidades de los Sistemas Contra Incendios	16
1.2 Aspectos más significativos de por qué estos sistemas son esenciales.	17
1.3 Conceptos claves:	18
1.4 Sistema de Agua Contra Incendios. Generalidades.	20
1.4.1 Sistema de Agua Contra Incendio en el Muelle:	21
1.5 Sistema de Espuma. Generalidades.	22
1.5.1 Sistema de Espuma en el Muelle:	23
1.5.2 Alineación de las electroválvulas del SE según el lugar del incendio	25
1.6 Agente espumógeno AFFF 6%:	25
1.6.1 Características:	26
1.6.2 Calidad	26
1.6.3 Aplicaciones:	26

1.6.4 Almacenamiento:	27
1.6.5 Vida útil:	227
1.6.6 Ecología:	27
1.6.7 Envases:	28
1.7 APCI Agencia de protección Contra Incendios	28
Capítulo II	32
2.1 Caracterización de la empresa	32
2.1.1 Misión:	32
2.1.2 Visión:	32
2.1.3 Valores compartidos existentes:	32
2.1.4 Valores compartidos necesarios:	33
2.1.5 Valores instrumentales para alcanzar los valores necesarios o deseados:	33
2.1.6 Objetivo social:	34
2.2 Sucesos que se pueden generar de acuerdo a los riesgos en el área Servicios Portuarios (Muelle).	36
2.2.1 En muelle 1:	36
2.2.2 En muelle 2:	36
2.2.3 En Muelle Auxiliar:	36
2.3 Operaciones a desarrollar en nuestro Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio según el lugar del incidente:	37

2.4 Parada del sistema.	40
2.5 Consideraciones generales para la operación.	40
2.6 En el sistema se mantienen siempre abiertas las válvulas siguientes:	40
2.7 Antecedentes de pruebas fallidas.	42
2.8 Conclusiones parciales del capítulo:	43
Capítulo III	44
3.1 Método Delphi:	44
3.2 Ejemplo de pruebas al SE y SACI desarrollados:	48
3.3 Propuestas de Mejoras en el SE y SACI en el Muelle:	49
3.3.1 Arranque a distancia de las bombas del Sistema de Espuma:	49
3.3.2 Bomba de Diesel para Sistema de Espuma:	50
3.3.3 Válvula manual 6	50
3.3.4 Válvulas del Sistema de Espuma:	51
3.3.5 Abre válvulas (F)	52
3.3.6 Alinear VE17 en un incendio en válvulas de 500mm:	52
3.4 Conclusiones parciales del capítulo	52
Conclusiones generales	54
Bibliografía	55
Anexos	56

INTRODUCCIÓN

La historia de los sistemas contra incendios es fascinante y tiene sus raíces en la antigüedad. Desde los primeros intentos de usar agua para extinguir el fuego hasta el desarrollo de sistemas de rociadores automáticos y sistemas de espuma, la evolución de la tecnología contra incendios es impresionante.

En la antigüedad, las civilizaciones utilizaban recipientes con agua y cubos para apagar incendios. Los romanos, por ejemplo, construyeron una red de acueductos que también se utilizaba para extinguir incendios. Durante la Edad Media, se formaron las primeras brigadas contra incendios organizadas, y en el siglo XVII, se utilizaron las primeras bombas manuales para combatir incendios en Europa.

El siglo XIX marcó un avance significativo con la invención de los primeros sistemas de rociadores automáticos por el ingeniero británico Sir William Congreve. Estos dispositivos utilizaron el calor para activarse y rociar agua sobre el fuego. A medida que la tecnología progresaba, se desarrollaron sistemas más sofisticados que incorporaban detectores de humo y alarmas.

En cuanto a los sistemas de espuma, se empezaron a utilizar en la década de 1920 para luchar contra incendios en instalaciones industriales y en la aviación. A lo largo del siglo XX, se perfeccionaron los concentrados de espuma y los sistemas de proyección para abordar distintos tipos de incendios.

Hoy en día, los sistemas contra incendios continúan evolucionando con tecnologías más avanzadas, como la detección temprana de incendios, sistemas de extinción de espuma de alta expansión y sistemas de extinción de gases. Esta historia de progresión y mejora continua destaca la importancia crítica de la protección contra incendios en la sociedad moderna.

Desde sus inicios, la industria del petróleo ha sido un sector que ha presentado un alto riesgo de ocurrencia de incendios. En la actualidad son mayores los volúmenes de combustibles que se manejan en el mundo y si bien los avances en la ciencia y la técnica han estado encaminados a crear sistemas cada vez más seguros, los riesgos en la ocurrencia de incendio aún persisten. Por lo general cuando ocurren incendios en sectores de la industria de este tipo, las afectaciones son cuantiosas, desde el

punto de vista económico, medioambiental e incluso para la vida de las personas. Tal fue el caso el incendio ocurrido el 19 de septiembre del año pasado en la refinería venezolana (PDVSA) en Puerto La Cruz, estado Anzoátegui; según las autoridades de la zona, el impacto de un rayo provocó la explosión y el incendio. Este hecho no ocasionó muerte humana pero sí varios heridos y cuantiosos daños en la infraestructura de la fábrica.

Este problema se agrava en el caso de países subdesarrollados que muchas veces no tienen los recursos necesarios para invertir en sistemas de alta tecnología, para combatir incendios, los que regularmente suelen ser muy costosos y su función es solamente la de proteger, o sea, no son parte del proceso de producción. Esto se evidenció en el incendio ocurrido en la base de supertanqueros en Matanzas el 5 de agosto del 2022, hecho similar al descrito anteriormente en Puerto La Cruz, donde un rayo alcanzó la superficie de uno de los tanques de almacenamiento de crudo ocasionando un incendio de gran magnitud en dicho tanque de 50 mil m³ de capacidad, comprometiendo también a los envases colindantes. Este hecho ocasionó la muerte de 17 personas, varios heridos y daño considerable en la infraestructura de la zona, lo que produce pérdidas económicas para la empresa Cupet.

En estos momentos en que la industria del petróleo en la isla vive una reanimación, todo avance tecnológico que implique reducción de costos, diseños eficientes, sustitución de importaciones y otros, es bien recibido. Gran responsabilidad tienen en este sentido los científicos e ingenieros que trabajan en todas las ramas de dicha industria.

El hecho de contar en Cuba con la Agencia de Protección Contra Incendios (APCI), y el cuerpo de bomberos que son instituciones ampliamente reconocidas en la región por su alto nivel y profesionalidad es una verdadera fortaleza en el combate contra incendios en el país y fundamentalmente en la industria del petróleo.

Actualmente se realizan importantes diseños y evaluaciones de Sistemas Contra Incendios (SCI) en las instalaciones petroleras en Cuba. Estos diseños de grandes sistemas son esencialmente hidráulicos y se caracterizan por ser muy costosos.

La Refinería de Cienfuegos cuenta con un sistema contra incendio bien estructurado distribuido por toda la fábrica. El área de Servicios Portuarios (Muelle) cuenta con su

propio SCI por la importancia que se le concede a las operaciones a realizar con los buques y patanas. En esta área de la empresa no se ha evidenciado un hecho notable de incendio, pero se realizan pruebas sistemáticas con aras de mantener en estado activo el sistema contra incendio de agua y espuma. En dichas pruebas hemos evidenciado algunas demoras para combatir principios de incendios, por lo que se debe analizar las causas que lo origina. En este proyecto se explicarán todos los componentes que conforman este sistema en el Muelle a través del Sistema de Agua Contra Incendio (SACI) y Sistema de Espuma (SE). Se comprobará el accionar de los operadores ante ejemplos posibles a suceder para evidenciar el tiempo de combatir los principios de incendios. Se determinarán las brechas existentes en estos subsistemas: SACI y SE para así poder plantear una propuesta de mejora contundente para combatir futuras averías de esta índole y disminuir el tiempo de acción de los trabajadores al enfrentarse en un principio de incendio.

Capítulo I

Marco Teórico

Hilo conductor del Marco Teórico

Características del fuego.

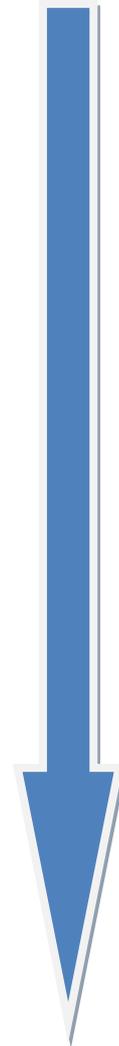
Características generales de los Sistemas
Contra Incendios

Conceptos Claves

Describir Sistema de
Agua contra Incendio

Describir Sistema de
Espuma

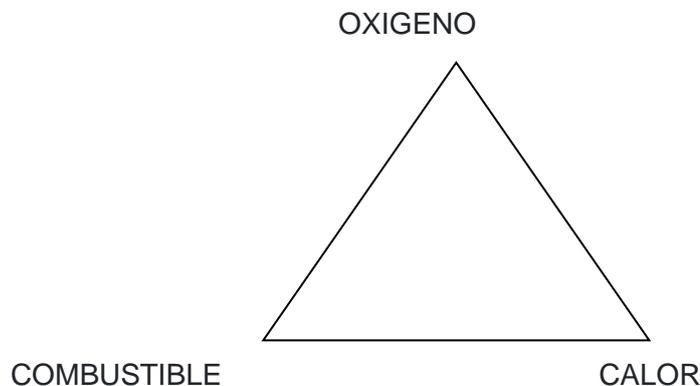
APCI



1.1 Generalidades de los Sistemas Contra Incendios.

A lo largo de la historia han existido innumerables hechos que provocan la existencia de un incendio. Estos son comunes en bosques, edificios, industrias, etc. Por lo que afirmamos que un incendio es la combustión no deseada de uno o varios materiales, o sea es un fuego incontrolable por una persona.

El fuego es una reacción físico- química sostenida con generación de luz, calor y humos, en el cual se combinan elementos combustibles (agentes reductores) con el oxígeno (agente oxidante), en presencia de calor.



Oxígeno: El aire contiene aproximadamente 21% de oxígeno. La reacción química en la cual una sustancia se combina con el oxígeno se denomina OXIDACIÓN. En este proceso se genera calor. La reacción puede ser lenta o rápida. Si el proceso es rápido se llama COMBUSTIÓN, produciendo con la llama, tanto luz como calor. Una oxidación lenta (Ejemplo: un hierro), solo produce un poco de calor.

Calor: El calor se genera por acción mecánica, eléctrica, reacciones químicas exotérmicas, reacción nuclear, etc. Este calor se transfiere por conducción, radiación o convección.

Combustible: Pueden ser sólidos (papel, plásticos, madera, etc.), líquidos (derivados del petróleo, alcoholes, solventes, etc.) y gaseosos (acetileno, amoníaco, metano, propano, hidrógeno, etc.).

Ha existido la necesidad de crear numerosos dispositivos para la extinción de estos incendios en industrias eléctricas, petroleras y hasta en edificios comunes para así asegurar la vida humana y material de la zona. Para este fin fueron creados los

llamados los Sistemas Contra Incendios los cuales son un conjunto de dispositivos ideados para detectar, controlar y extinguir incendios. Gracias a ellos podemos sofocar las llamas, y darles tiempo a los bomberos de que lleguen, para que puedan extinguirlo por completo. 1

1.2 Aspectos más significativos de por qué estos sistemas son esenciales.

1. Protección de Vidas Humanas: El objetivo principal de un sistema contra incendios es salvaguardar vidas humanas. La rápida detección y respuesta a un incendio pueden evitar lesiones graves o incluso fatales. Los sistemas de alarma y detección temprana alertan a las personas en el edificio, proporcionándoles tiempo para evacuar de manera segura antes de que el fuego se propague.
2. Protección de Propiedades: Los incendios pueden causar daños materiales devastadores. Los sistemas contra incendios, como los rociadores automáticos y los extintores, pueden controlar o apagar un incendio en sus primeras etapas, reduciendo los daños a la propiedad y los costos de recuperación.
3. Cumplimiento Normativo: En muchas jurisdicciones, cumplir con las regulaciones de seguridad contra incendios es un requisito legal. Los sistemas contra incendios son esenciales para cumplir con estas normativas y evitar sanciones legales y multas.
4. Continuidad del Negocio: Para las empresas, los incendios pueden interrumpir las operaciones y causar pérdidas financieras significativas. Los sistemas contra incendios ayudan a minimizar el tiempo de inactividad y permiten una recuperación más rápida después de un incendio.
5. Respaldo a la Resiliencia: Los sistemas contra incendios son una parte integral de la estrategia de resiliencia de una organización. Contribuyen a la capacidad de una empresa para resistir y recuperarse de eventos adversos, lo que puede ser crucial en situaciones de emergencia.
6. Seguridad en el Hogar: Los sistemas contra incendios no son exclusivos de entornos comerciales o industriales. También son fundamentales en hogares para proteger a las familias y los bienes personales.
7. Prevención de la Propagación del Fuego: Los sistemas de extinción, como los rociadores automáticos, ayudan a contener y extinguir el fuego antes de que se

propague a otras áreas. Esto evita que los incendios se vuelvan incontrolables y reduce su impacto en el entorno circundante.

8. Paz Mental: Saber que un edificio o una instalación está equipado con un sistema contra incendios adecuado brinda tranquilidad tanto a los propietarios como a los ocupantes. La sensación de seguridad y la confianza en la protección contra incendios son invaluable.

La importancia de un sistema contra incendios radica en su capacidad para prevenir, detectar, controlar y extinguir incendios, lo que a su vez protege vidas, propiedades y activos económicos. Estos sistemas son esenciales tanto desde una perspectiva de seguridad como desde una perspectiva legal y operativa. Invertir en sistemas contra incendios adecuados es una medida crucial para garantizar la seguridad y la resiliencia en entornos residenciales, comerciales e industriales. 1

1.3 Conceptos claves:

- ❖ Colector: Es un conducto o tubería que se encarga de conducir un elemento específico de un punto a otro como: agua, líquidos combustibles y gases.
- ❖ Brinco: Es la unión de un colector con otro, ya sea del mismo producto o de productos diferentes.
- ❖ Armario de avería: Es el local donde se guardan los medios para combatir las distintas averías ocasionadas. Este cuenta con mangueras, pitones, reducidos, extintores y generadores.
- ❖ Mangueras contra incendios: Se utiliza para el transporte de agua para la extinción de incendios.
- ❖ Pitones: Están diseñados para apagar incendios usando la cantidad correcta de agua, de la manera adecuada, en el lugar correcto.
- ❖ Neblineros o cortina de agua: Se utilizan para construir barreras de agua y delimitar la zona de incendio de otras áreas importantes. Empleamos esta cortina en una zona intermedia entre el muelle y las embarcaciones, de manera tal que cuando ocurra un incendio en barcos o patanas, poder activar dichos neblineros y así proteger nuestra instalación. También puede ocurrir de manera adversa, o sea, si el incendio es en el muelle, se activan las cortinas de agua para proteger las embarcaciones.

- ❖ Hidrantes: Son conocidos popularmente como bocas de incendios, son aparatos conectados a una red de abastecimiento de agua destinado a suministrar agua en caso de incendio.
- ❖ Cañón o monitor contra incendio: Son equipos fijos, portátiles y automáticos, diseñados para uso contra incendios con posibilidades de instalarse individualmente o en conjunto, montados sobre otro equipo como por ejemplo un hidrante o directamente en la red de agua contra incendios. Tienen boquillas para agua y espuma. En nuestra área están ubicados directamente a la red de agua contra incendio, tenemos de uso manual y automáticos (trabaja por un mando a distancia).
- ❖ Bomba centrífuga: Son un tipo de bomba hidráulica que transforma energía mecánica en energía cinética de presión a un fluido.
- ❖ Tanque (TK): Los tanques de almacenamiento de agua son utilizados para alimentar las bombas contra incendio y asegurar de este modo un correcto flujo de agua: cantidad, calidad y presión necesarios.
- ❖ Generador de espuma: dispositivo de descarga del sistema de espuma encargado de generar la espuma mediante su maya metálica. Al pasar el espumógeno mezclado con el agua con la presión necesaria a través de esta maya metálica, se forma la espuma al entrar en contacto con el aire.
- ❖ Eyector: Es donde se dosifica el agua con la concentración de agente espumógeno, 94% de agua con 6% de agente espumógeno.
- ❖ Extintor: Es un equipo que sirve para apagar fuegos. Consiste en un recipiente metálico que contiene un agente extintor de incendios a presión, de modo que al abrir una válvula el agente sale por una boquilla (a veces situada en el extremo de una manguera) que se debe dirigir a la base del fuego. Generalmente tiene un dispositivo para prevención de activado accidental, el cual debe ser deshabilitado antes de emplear el artefacto. Existen varios tipos como: polvo químico seco (PQS), dióxido de carbono (CO₂), entre otros.
- ❖ Agente espumógeno: Es la sustancia indispensable que mezclada con agua forma la espuma al ser descargado por generadores, cañones, etc. Existen varios tipos, en nuestra empresa se utiliza el AFFF 6%, el cual es uno de los más eficaces en líquidos inflamables.
- ❖ Sensores de gas: Está diseñado para detectar a tiempo los gases combustibles, inflamables y tóxicos, en algunos casos pueden configurarse

o, en caso de tener sensores más precisos, miden la concentración de gas. Existen varios tipos de sensores de gases, entre los que se destacan: sensores electroquímicos, sensores infrarrojos o IR, sensores de semiconductores de óxido metálico (MOS), sensores catalíticos y detector de 4 gases. Tenemos instalado el modelo IR 400 que es un detector infrarrojo puntual de gases de hidrocarburos.

- ❖ **Sensores de fuego:** Se emplea para detectar y responder a la presencia de una llama. Tienen la capacidad de identificar el líquido sin humo y el humo que puede crear un fuego abierto. En nuestra área se utiliza el FL4000.

1.4 Sistema de Agua Contra Incendios. Generalidades. 2

Los sistemas de abastecimiento de agua contra incendios son los encargados de asegurar el suministro de agua a los sistemas de extinción y protección contra incendios basados en el poder de este líquido.

Para su correcto funcionamiento, estos sistemas de abastecimiento deben ser capaces de cumplir 3 requisitos básicos:

- Ofrecer un caudal de agua adecuado (capaz de dar respuesta a todos los sistemas de protección que puedan operar de forma simultánea en una emergencia).
- Asegurar una presión mínima que satisfaga al sistema más exigente para cada caso.
- Y respetar un tiempo de autonomía determinado (T).

Y para ello necesitan al menos 3 elementos:

- **Fuente(s) de agua:** Podemos contar con 3 tipos: la red de uso público, depósitos de reserva o una fuente inagotable (como ríos, lagos, mares, canales, embalses o pozos).
- **Un sistema de impulsión:** Es el responsable de hacer llegar el agua desde la fuente hasta el punto o puntos de descarga, con presión y caudal suficiente. Aunque esto puede conseguirse con fenómenos naturales como el desnivel o la gravedad, se suele utilizar habitualmente grupos de

bombeo (también llamados grupos de presión) porque estos pueden controlar el caudal y la presión a la que se impulsa el agua.

- **Y una red de distribución:** Es el conjunto de colectores y válvulas capaces de conducir el agua desde la fuente de agua y el sistema de impulsión hasta los sistemas de prevención y extinción de incendios que lo requieran como hidrantes, cañones, neblineros, etc. 2

1.4.1 Sistema de Agua Contra Incendio en el Muelle: 3

El área de Servicios Portuarios (Muelle) cuenta con un sistema de agua contra incendio (L-1052) muy bien estructurado que abarca las 3 zonas: Zona Costera (Ubicada al norte del Muelle donde se encuentra el edificio del área), Muelle Auxiliar (Zona de carga de embarcaciones pequeñas) y Plataforma Tecnológica (Zona de operaciones de barcos y se divide en 2 muelles: M1 al Este y M2 al Oeste).

La fuente de agua proviene de dos TK de 10 000 m³ de capacidad ubicados en el área de la Planta Tratadora de Residuales (PTR). Estos embalses están ubicados a 200 metros aproximadamente de la Zona Costera del Muelle. El agua es succionada a través de la estación de bombeo que se encuentra aledaña a dichos TK. Luego desde estas bombas es impulsado el líquido hasta los distintos puntos finales de la red ubicados en todo el Muelle.

En la estación de bombeo de PTR se encuentran 2 bombas pequeñas, P-1240C y P-1240D de 150 m³/h, capaces de mantener una presión constante de 9 BAR; 3 bombas de 1100 m³/h la P-1240,A,1, que funcionan automáticamente al caer la presión de las dos anteriores, esta presión cae al ser abierto algún punto final de la red de agua, de esta manera se mantiene siempre una presión estable para el sistema de agua contra incendio del Muelle; y 1 bomba de diesel de reserva con descarga de 1150 m³/h que es la P-1240B.

En Zona Costera tenemos hidrantes de agua contra incendio con mangueras y pitones ubicados en puntos estratégicos en toda el área. Otro punto final de la red lo es el anillo de enfriamiento del TK-128/1, el cual se utiliza para almacenar el lastre de los barcos que realizan operaciones en la Plataforma Tecnológica.

En el área del Muelle Auxiliar encontramos hidrantes con un armario de avería donde tenemos todos los equipos necesarios en caso de incendio como: mangueras, pitones y reducidos. También contamos con neblineros o cortinas de agua para separar las embarcaciones del muelle en caso necesario. Poseemos un cañón de agua contra incendio manual que se utiliza para enfriamiento en caso de incendio.

En la Plataforma Tecnológica hay 4 cañones automáticos que se manejan con mandos a distancia, neblineros en ambos muelles que se activa por una válvula operada eléctricamente, así como un sistema de enfriamiento para las estacadas de tuberías en ambos muelles. Si consideramos que el incendio se produce en uno de los dos muelles, podrá funcionar a la vez, la cortina de agua (Neblineros), el enfriamiento de las tuberías (Rociadores) y los dos monitores de ese muelle, (uno con espuma y otro con agua). Los Rociadores para el enfriamiento de las tuberías se utilizarán solamente en el área opuesta al incendio, para evitar la propagación y que el agua del rociador no destruya el colchón de espuma. También tenemos hidrantes en toda la zona con un armario de avería con las herramientas necesarias: pitones, lanzas, reducidos y mangueras. 3

Fuente de Agua	Sistema de Impulsión	Red de Distribución
2 TK de 20 000 m ³	P-1240,1,A,B,C,D	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrantes • Cañones • Neblineros • Rociadores

1.5 Sistema de Espuma. Generalidades.

Un sistema de espuma contra incendios es un sistema de lucha contra incendios que utiliza espuma, en lugar de solo agua, para extinguir o controlar incendios. La espuma se usa para sofocar el fuego de diferentes maneras, dependiendo del tipo de incendio y del entorno en el que se está utilizando.

Hay varios tipos de sistemas de espuma contra incendios, pero generalmente funcionan mediante la mezcla de concentrado de espuma con agua para crear espuma de lucha contra incendios. Esta espuma puede ser proyectada sobre el

fuego o aplicada sobre superficies inflamables para suprimir la emisión de vapores inflamables.

Los sistemas de espuma son especialmente efectivos para combatir incendios en líquidos inflamables, como petróleo o productos químicos, ya que la espuma flota sobre el líquido y forma una capa que evita que los vapores se enciendan. Además, la espuma también puede enfriar las superficies calientes y sofocar el fuego al privarlo de oxígeno.

Hay dos tipos principales de sistemas de espuma: los sistemas de espuma de baja expansión, que generan una capa delgada de espuma, y los sistemas de espuma de alta expansión, que producen una espuma más densa y voluminosa. Estos sistemas se utilizan en una variedad de entornos, como en refinerías, almacenes de productos químicos, terminales de combustible de aviación y zonas de carga de buques, entre otros.

Además, los sistemas de espuma pueden ser automáticos, como los sistemas de rociadores de espuma, o manuales, como los generadores de espuma portátiles.

1.5.1 Sistema de Espuma en el Muelle: 3

La línea de este sistema es la L-1135. Posee 4 subsistemas en la Plataforma Tecnológica y uno en Muelle Auxiliar, cada uno de ellos gobernados por una electroválvula a la entrada del eyector.

En Plataforma Tecnológica:

- Generadores en muelle 1 y 2.
- Monitores A en muelle 1 y 2.
- Monitores B en muelle 1 y 2.
- Generadores foso 58/23.
- Hidrantes de espuma.

Ante un incendio en uno de los muelles, se acciona el arranque a distancia de la bomba de agua, ubicada en la Zona Costera P-58/14-1700 o P-58/14-1700A y la apertura de las electroválvulas necesarias. Hay que tener en cuenta que, cuando sea necesario que el monitor A del Muelle 1 trabaje con espuma, NO PUEDE el monitor A de Muelle 2, trabajar con espuma y viceversa. Esto también sucederá con los monitores B y los generadores de espuma del Muelle 1 y Muelle 2.

Los monitores A están gobernados por una electroválvula que al abrirse deja pasar el agua por 2 eyectores en paralelo, en los cuales se produce una caída de presión, succionando la cantidad requerida de concentrado de espuma para formar la solución agua / espuma de 94/6 %, que va a los monitores A de Muelle 1 y 2.

La cantidad de solución de espuma formada así como la dimensión de las tuberías solamente permite la utilización de un solo monitor.

Los monitores B trabajarán de la misma forma que los monitores A.

El funcionamiento de los generadores será similar a los anteriores. Los generadores del Muelle 1 y 2 se gobiernan por electroválvulas diferentes.

Los eyectores que al igual que en el caso anterior trabajan en paralelo tienen capacidad para alimentar de solución de espuma a los generadores de uno de los dos muelles, que en este caso se alimentan por líneas diferentes.

En Muelle Auxiliar:

Este muelle solamente tendrá un eyector que forma la solución espumante para los generadores del foso 58/18 y/o para el generador del cubeto, gobernado por una electroválvula.

El sistema de espuma consta de:

- 2 tanques de 400m³ para agua en Zona Costera 58/15A, B.
- 2 bombas de 6Kv que conducen el agua hasta la plataforma tecnológica P-58/14-1700, A, con capacidad de 720 m³/h (200 L/seg.)
- Generadores GBP- 600 (6 L/ seg.) y generadores españoles (7,5 L/seg).
- 8 Eyectores: 2 Eyectores para los monitores A (30 L/seg c/u), 2 Eyectores para los monitores B (30 L/seg, cada uno), 2 Eyectores para los generadores de Muelle 1 y 2 (30 L/seg, c/u), uno Ejector para el foso 58/23 en la Plataforma Tecnológica (18 L/seg) y uno para Muelle Auxiliar (18 L/seg.).
- 1 tanque de 16m³ para el espumógeno en la Plataforma Tecnológica E-1.
- 1 tanque de 4 m³ para el espumógeno en Muelle Auxiliar E-2.
- Hidrantes de espuma tanto en Muelle1 y 2 como en Muelle Auxiliar.
- Monitores en Muelle1 y 2 con capacidad de 60 L/seg. c/u.
- Electroválvulas y válvulas manuales gobernadas desde diferentes puntos.

Fuente de Agua	Fuente de Espumógeno	Sistema de Impulsión	Red de Distribución
TK- 58/15A, B	<ul style="list-style-type: none"> TK 4 m³ en M/A TK 16 m³ en P/T 	P- 58/14-1700, A	<ul style="list-style-type: none"> Hidrantes Cañones Generadores

1.5.2 Alineación de las electroválvulas del SE según el lugar del incendio:

En Muelle Auxiliar:

- VE13 con VE14: Para estación de carga.
- VE13 con VE15: Para foso 58/18.

La VE13 alinea agua al sistema.

La válvula de salida del TK de agente espumógeno es manual.

El agua se mezcla con el agente espumógeno mediante el eyector ubicado a la salida del TK del mismo.

En Plataforma Tecnológica:

- VE29 con VE16 con VE17 con VM: Para cañón A1.
- VE29 con VE16 con VE18 con VM: Para cañón A2.
- VE29 con VE19 con VE20: Para generadores M1.
- VE29 con VE19 con VE21: Para generadores de M2.
- VE29 con VE22 con VE23 con VM: Para cañón B1.
- VE29 con VE22 con VE24 con VM: Para cañón B2.
- VE29 con VE25: Para foso 58/23. 3

La VE29 es la salida del TK de agente espumógeno, alinea espuma al sistema.

Las VE16, VE19, VE22 y VE25 alinean agua al sistema.

Para los cañones A se utilizan los eyectores P1.

Para los generadores se utilizan los eyectores P2.

Para los cañones B se utilizan los eyectores P3.

Para el foso 58/23 se utiliza el eyector P4.

1.6 Agente espumógeno AFFF 6%: 4

Es un líquido espumógeno sintético de baja expansión, formador de película acuosa, es un líquido generador de una espuma de gran fluidez capaz de lograr un rápido apagado de fuegos originados por combustibles líquidos o sólidos, Está formulado a base de tensioactivos fluorados, surfactantes y aditivos específicos que le

confieren la propiedad de formar una película acuosa que drena al romperse la espuma. La película separa el solvente no polar en combustión del oxígeno del aire y se mantiene en la superficie del líquido de manera prolongada, evitando de este modo el reencendido. La tensión superficial del espumógeno es muy inferior a la del solvente, logrando que la película acuosa flote sobre el mismo. Cuanto mayor es esta diferencia de tensión superficial, mayor es la estabilidad de la película. SIGMA AFFF 6% está formulada con una nueva generación de tensioactivos fluorados C6 que disminuyen el impacto en el medio ambiente sin alterar sus propiedades extintoras.

1.6.1 Características:

COLOR: Claro.

OLOR: Característico.

DENSIDAD (20°C): 1,01 a 1,06 g/ml.

VISCOSIDAD (20°C.): Menor a 7,00 cSt.

pH (20°C): 7 a 8,5.

SEDIMENTO (20°C): Menor a 0,10 ml/100 ml.

EXPANSIÓN: Mayor a 6 ml/g.

TIEMPO DE DRENAJE DEL 25%: Mayor a 3 minutos.

COEFICIENTE DE EXTENDIDO: Mayor a 0.

PUNTO DE ESCURRIMIENTO: Se comercializa con valores inferiores a 0, -10 o -20°C según la necesidad del cliente.

1.6.2 Calidad:

SIGMA AFFF 6% se encuentra certificado bajo norma IRAM 3515:2013. Es desarrollado y fabricado dentro de un sistema de calidad ISO 9001:2015.

1.6.3 Aplicaciones:

SIGMA AFFF 6% se utiliza en una concentración de 6% de espumógeno y 94% de agua dulce o salada, para el combate de fuegos clase B generados por solventes no polares tales como petróleo crudo, gasoil y naftas. También es eficiente como agente humectante al combatir fuegos clase A. No es adecuado para ser utilizado en la extinción de fuegos generados por solventes polares tales como alcoholes, cetonas, esteres o éteres. Las instalaciones típicas para su aplicación son sistemas de dosificación por Venturi, “bladder tank” (tanque vejiga), sistemas de presión balanceada, lanzas aspiradas y no aspiradas. SIGMA AFFF 6% puede ser utilizado en combinación con agentes extintores de polvo químico.

1.6.4 Almacenamiento:

El producto debe ser almacenado en su envase original o en tanques y cisternas, preferentemente de acero inoxidable o PRFV. Deben estar cerrados a la atmosfera, y sus paredes no deben estar pintadas ni recubiertas. Se sugiere la aplicación de una válvula de presión y vacío que evite la evaporación del agua que compone al líquido espumógeno, proceso que alteraría su concentración de materia activa.

La temperatura de almacenaje recomendada es de 0°C a 50°C. SIGMA AFFF 6% es estable frente a las variaciones bruscas de temperatura. De congelarse durante el almacenamiento no se verificará ninguna pérdida de rendimiento. Eventuales mezclas con otros espumígenos deben ser aprobadas por QUÍMICA SIGMA.

1.6.5 Vida útil:

La vida útil del SIGMA AFFF 6% en su envase original es de 15 años. Si se respetan las condiciones de almacenamiento su vida útil dentro de los tanques de planta debería ser similar. La NFPA y otros organismos de seguridad recomiendan analizar periódicamente los espumígenos. QUÍMICA SIGMA ofrece sin cargo un ensayo fisicoquímico anual por lote de fabricación de sus productos para compras mayores a 800 litros.

1.6.6 Ecología:

SIGMA AFFF 6%, al estar formulado con tensioactivos fluorados C6, es biodegradable y amigable con el medio ambiente. No contiene PFOS ni PFOA. Deben cumplirse con las regulaciones locales y estatales referidas a su descarga en sistemas de drenaje y

alcantarillado. No requiere precauciones especiales en su manipulación. Consultar la MSDS para obtener información adicional.

1.6.7 Envases:

SIGMA AFFF 6% se comercializa en envases plásticos de 20, 200 y 1000 litros de capacidad. 4

1.7. APCI Agencia de Protección Contra Incendios.

La APCI es la empresa que certifica en sentido general todo material, producto, equipo o sistema que esté relacionado con requerimientos de seguridad contra incendios, tanto nacional como extranjero que se vaya a utilizar o comercializar en el territorio nacional deberá estar certificado por la APCI.

Entre los que se incluyen:

- **Materiales de construcción:** Componentes de la construcción que no tienen una función estructural, sustentadora, ni compartimentadora entre los que se incluyen y que por su ubicación en obra deberán cumplir con algún requerimiento de reacción al fuego emitido por la autoridad competente:
 1. Materiales de acabado: lanas minerales, fibra proyectada, materiales de cubierta, revestimientos de superficies, falsos techos, moquetas, etc.
 2. Materiales de aislamiento térmico y acústico: fibra de vidrio, lana de vidrio, plásticos espumosos, lana de roca, etc.
 3. Textiles: alfombras ignífugas, cortinas, textiles decorativos de cualquier tipo, etc.
 4. Paneles de pared, paneles de techo, falsos pisos, mantas de aislamiento, paneles de cubiertas o entrepisos.
- **Productos de construcción:** Materiales, elementos y componentes (sueltos o en conjunto), sistemas prefabricados e instalaciones a utilizarse para garantizar cumplimiento de requisitos de reacción y resistencia al fuego y que hacen posible que las obras cumplan los requisitos esenciales.
 - a) Pinturas, barnices, morteros, masillas recubrimientos cerámicos, silicona, abrazaderas, rejillas, cordones y cualquier barrera para el sellado de instalaciones o aberturas con tratamiento ignífugo o intumescente, etc.

- **Elementos y sistemas de construcción:** Componentes que tienen una función, sustentadora o compartimentadora con requerimientos a cumplimentar de resistencia al fuego, se incluyen además, las instalaciones de servicio en las edificaciones, tales como:
 1. Conductos de ventilación, compuertas, sellados de penetraciones de cables y tubos, conductos de servicio interior, conductos de extracción de humos, sistemas de protección de cables, etc.
 2. Compuertas, conjunto de puertas, ventanas, paneles y cualquier otro elemento cortafuego.
 3. Diseños de pisos y techos, pilares, muros, tabiques, vigas, columnas, entrepisos, paredes divisorias o portantes de materiales con requerimientos de resistencia al fuego.
 4. Accesorios de cualquiera de los elementos o sistemas constructivos resistentes al fuego.
 5. Tanques ecológicos para almacenamiento de combustible.
 6. Ascensores para uso en emergencias de incendio.

- **Equipamiento de protección contra incendios:**
 1. Extintores portátiles, móviles y automáticos
 2. Armarios y gabinetes porta extintores y porta mangueras (también el empleado para la dotación de hidrantes y las BIE).
 3. Armarios para almacenamiento de pinturas, barnices y otros líquidos combustibles.
 4. Sistemas fijos y automáticos de extinción de incendios con cualquier agente extintor.
 5. Accesorios, componentes, recambios para los sistemas de extinción de incendio.
 6. Racores, reducidos, trípodes, soportería y fijaciones.
 7. Bombas y grupos de bombeo contra incendios.
 8. Tuberías para redes de suministro y sistemas de agua contra incendios de tipo no metálicas.
 9. Accesorios e instrumentación de control para sistemas de protección contra incendio, tales como:
 - a) Hidrantes
 - b) Bocas de incendio equipadas

- c) Válvulas de cualquier tipo
 - d) Bifurcaciones
 - e) Mangueras
 - f) Lanzas
 - g) Generadores de espuma
 - h) Mezcladores
 - i) Monitores
 - j) Dosificadores
 - k) Cámaras de espuma
 - l) Multiplicadores de espuma
 - m) Cuadros de control de las bombas contra incendios
 - n) Rociadores, accesorios y componentes para los sistemas de rociadores automáticos de extinción de incendios
 - o) Boquillas, difusores, válvulas de cualquier tipo, soportería y fijaciones •
- **Medios de protección personal:**
 1. Capas para bomberos
 2. Pantalones para bomberos
 3. Guantes para bomberos
 4. Cascos para uso de extinción de incendios
 5. Botas de bomberos
 6. Trajes refractarios
 7. Mantas de extinción de incendio
 - **Sustancias extintoras:** Espumas, compuestos de polvo, agentes limpios, compuestos halocarbonados, aerosoles y cualquier otra sustancia que se utilice para la extinción de los incendios, excepto el agua.
 - **Sistemas de detección y alarma contra incendios:**
 - 1) Centrales de detección, alarma de incendio y notificación (convencionales, direccionables, analógicas, inteligentes)
 - 2) Centrales para sistemas de extinción por gases
 - 3) Dispositivos de supervisión y monitoreo
 - 4) Paneles repetidores para centrales y redes de centrales.

- 5) Dispositivos de notificación y alarma de incendio: alarma sonora, alarma visual, altavoces, base de sirena, protector para sirena, segundo señalizador, letrero de señalización, etc.
- 6) Dispositivos de iniciación y sus accesorios: Detectores, pulsadores manuales, bases de detectores, detectores lineales, detectores de conducto, sistemas de aspiración, barreras de seguridad, aisladores galvánicos, etc.
- 7) Dispositivos de supervisión: presostatos, flujostatos, sensores de posición, sensores de nivel, etc.
- 8) Dispositivos de control y accionamiento: Bases y salidas relé, retenedores magnéticos, tarjetas de red, marcador telefónico, etc.
- 9) Módulos: remotos, monitores, aisladores, etc.
- 10) Programas de computación para los dispositivos e integración de sistemas.
- 11) Cables eléctricos y de detección para sistemas de detección de incendios. - Fuentes de alimentación.
- 12) Tarjetas de expansión.
 - Equipamiento eléctrico:
 1. Conductores eléctricos: cables, alambres, trenzas, pletinas, etc.
 2. Canalizaciones y accesorios: tuberías, bandejas, registros, tapas, sellos, etc.
 3. Iluminación y señalización de emergencia: lámparas de emergencia de todo tipo con o sin señalización, señalización y balizamientos fotoluminiscentes, opacos o de otro tipo, pictogramas de seguridad, materiales componentes para la señalización de cualquier tipo, etc., sistemas de señalización.
 4. Protección contra sobretensiones transitorias: protectores de datos, protectores de corriente alterna, directa, radio frecuencia, etc.
 5. Sistemas de protección contra el rayo: pararrayos de dispositivos de cebado.

Capítulo II:

En este capítulo se caracterizará a la empresa y se explicará de manera detallada los aspectos esenciales del SE y SACI en el muelle de la refinería. Se darán a conocer las principales zonas de riesgo de incendios y las actividades a desarrollar en los sistemas para poder combatir estas averías.

2.1 Caracterización de la empresa.

La Refinería “Camilo Cienfuegos, se ubica en la Finca Carolina, al norte de la Bahía de Cienfuegos, en un área que ocupa 380 hectáreas. Diseñada para procesar 65.000 barriles/día de crudo “Soviet ExportBlend”, fue construida a partir de 1977 con la participación de la desaparecida Unión Soviética por un período de 13 años. Su puesta en marcha inicial se produjo en 1991, y años más tarde, en 1995 sobreviene la paralización de la Refinación. Gracias al nacimiento del ALBA y PETROCARIBE, se crea la Empresa PDV CUPET, S.A. y en consecuencia, el 21 de diciembre de 2007 ocurre la reactivación de la Refinería “Camilo Cienfuegos”, procesando la mezcla de los crudos venezolanos: Mesa 30 y Merrey 16.

2.1.1 Misión:

Refinar y comercializar hidrocarburos de forma eficiente y segura, garantizando que se satisfagan los requisitos del cliente, con un capital humano competente, motivado y comprometido; con alta responsabilidad social y ambiental e introducción de mejoras tecnológicas.

2.1.2 Visión:

Ser una empresa reconocida nacionalmente en el campo de la refinación de hidrocarburos, con márgenes de refinación competitivos, reconocida por la elevada preparación de su capital humano, su alta responsabilidad social, ambiental y su contribución al desarrollo sostenible del país.

2.1.3 Valores compartidos existentes:

- Compromiso con la organización y sentido de pertenencia.

Colaborar proactivamente con la organización, para contribuir a que la misma cumpla con su estrategia a partir del cumplimiento de nuestras funciones y nuestros resultados, convirtiendo esta relación en sinérgica y beneficiosa.

- Compromiso con el cliente.

Permanente actitud de respeto y preocupación por satisfacer los requisitos y expectativas de los clientes y consumidores finales.

- Fidelidad.

Actuar con constancia, devoción y lealtad ante el trabajo, nuestros dirigentes y la Sociedad Socialista que construimos, manteniendo la unidad en torno al Partido Comunista de Cuba y las ideas de Fidel.

- Profesionalidad.

Ser competente en el desempeño de las actividades, con un comportamiento ético moral acorde con los principios de la organización enfocado a la satisfacción del cliente.

2.1.4 Valores compartidos necesarios:

- Seguridad.

Actuar con firmeza, serenidad, certeza y confianza en lo que hace y dice, evitando peligros, daños y pérdidas para la organización.

- Trabajo en equipo y convergencia de esfuerzos.

Mantener una actitud colaborativa de todos los miembros de la organización en función del cumplimiento de la estrategia, a través de la buena comunicación, transparencia e intercambio.

2.1.5 Valores instrumentales para alcanzar los valores necesarios o deseados:

- Liderazgo.

Actuar con motivación y creatividad en todos los niveles para establecer la unidad de propósito y dirección, creando las condiciones para que las personas se impliquen en el logro de los objetivos de la organización.

- Creatividad.

Buscar lo nuevo y útil, innovar en aras de perfeccionar el trabajo, para ser más eficientes, buscando una visión de objetivos más abarcadores.

2.1.6 Objetivo social:

- Refinería Cienfuegos S.A. tiene como objeto social principal: Procesar y comercializar petróleo crudo y sus derivados.
- Adicionalmente Refinería Cienfuegos S.A. puede desarrollar en su totalidad proyectos de inversión de la industria petrolera primaria y de refinación en la República de Cuba o en el extranjero mediante la creación de sociedades mixtas, sucursales, representaciones y filiales, de forma directa o indirecta en asociación con sociedades extranjeras.
- Refinería Cienfuegos S.A. tiene todas las facultades que la ley cubana le concede y puede desarrollar cualquier actividad que sea complemento o consecuencia de las antes mencionadas, o que con ellas se relacionen de modo directo o indirecto, de entre las que, sin carácter limitativo, se enumeran las siguientes:
 1. Refinación de petróleo crudo o crudo mejorado.
 2. Diseño, ingeniería básica y de detalle, procuración, construcción, montaje, ajuste y puesta en explotación, asistencia técnica en todas las modalidades.
 3. Preparación y calificación de su personal o del personal que le preste servicios directamente.
 4. Operación, mantenimiento y reparación de plantas industriales.
 5. Importación directa de materiales, equipos, sistemas, maquinarias, herramientas, insumos, medios tecnológicos de cualquier clase, servicios de asistencia técnica o servicios técnicos, que, sin limitar, se requieran para el desarrollo de su objeto social.
 6. Importación directa de petróleo crudo, crudo mejorado y sus derivados.

7. Comercializar y/o exportar directamente las producciones terminadas del proceso de refinación.
8. Almacenamiento de petróleo crudo, crudo mejorado y de productos terminados de la refinación sean propios o de terceros.
9. Arrendar instalaciones, espacios y almacenes a terceros.
10. Concertar y participar en contratos de financiamientos provenientes de instituciones financieras bancarias y no bancarias para la ejecución de su objeto social.
11. Suscribir contratos para recibir u otorgar financiamientos para el desarrollo de su objeto social.
12. Contratación de servicios auxiliares, de investigación y desarrollo, y de prestación de todo tipo de servicios de asesoría, consultoría y proyectos a las sucursales, representaciones y filiales creadas por ella, así como a las empresas estatales y no estatales vinculadas a los proyectos de refinación de la industria del petróleo, mediante la utilización de las diferentes variantes de contratación de plantas completas, con o sin la modalidad llave en mano; construcción, posesión, operación y transferencia, servicios de ingeniería, procuración, construcción y administración, compraventas puntuales u otras modalidades, según se requieran para la ejecución del objeto social.
13. Contratación de personal para su utilización en las instalaciones propias y en actividades de la industria de refinación del petróleo, designación y remoción del personal que necesite para el cumplimiento de sus actividades.
14. Promoción, fomento de inversiones y captación de capitales para el desarrollo de las actividades para las cuales ha sido constituida.
15. Realización de los actos suficientes y necesarios para adquirir, vender, construir, comprar, usufructuar, traspasar, pignorar, enajenar, ceder, permutar, y disponer por cualquier medio reconocido en Derecho, de los bienes muebles, inmuebles y activos intangibles que la ley y los Estatutos le permitan.
16. Ejecución de todas aquellas operaciones comerciales o de disposición que fueren necesarias, para viabilizar, apoyar y desarrollar el objeto de la sociedad y en general para realizar cualquier otro negocio de lícito comercio relacionado con los proyectos de refinación de la industria del petróleo, en Cuba y en el extranjero.

El área del Muelle se divide en 3 zonas fundamentales: Zona Costera, Muelle Auxiliar y Plataforma Tecnológica. En el área de Zona Costera tenemos las bombas para el Sistema de Espuma, bombas para vaciado de colectores, válvulas de corte de los colectores, tanque de almacenamiento de lastre de los barcos, tanques de almacenamiento de productos derivados del vaciado de los stenders y disparos de válvulas de seguridad, fosos de almacenamiento de aguas pluviales y albañales; y es donde se encuentra el punto más bajo de toda la refinería, el Punto A.

El área de Muelle Auxiliar tiene como principal función recibir embarcaciones como patanas y remolcadores para cargar diferentes productos.

El área de la Plataforma Tecnológica es la encargada de recibir a los buques para realizar operaciones de carga y descarga de combustibles derivador del petróleo.

2.2 Sucesos que se pueden generar de acuerdo a los riesgos en el área Servicios Portuarios (Muelle). 5

2.2.1 En muelle 1:

1. Incendio en stenders de Muelle 1.
2. Incendio en canalización de Muelle 1.
3. Incendio en barco atracado en Muelle 1.
4. Incendio en válvula de diámetro 500 o en cubeto de las mismas.
5. Escape de GLP con posterior explosión o incendio, en líneas o válvulas o en ambos inclusive, tanto en barco como en tierra por Muelle 1.

2.2.2 En muelle 2:

1. Incendio en stenders de Muelle 2.
2. Incendio en canalización de Muelle 2.
3. Incendio en barco atracado en Muelle 2.
4. Escape de GLP con posterior explosión o incendio en líneas o válvulas o en ambas inclusive tanto en barco como en tierra por Muelle 2.
5. Incendio en foso 58/23.

2.2.3 En Muelle Auxiliar:

1. Incendio en foso 58/18.

2. Incendio en cubeto o en válvulas de entrega de combustible por Muelle Auxiliar.
3. Incendio en patana o embarcación atracada en Muelle Auxiliar.

Cuando ocurra un principio de incendio en cualquier lugar del Muelle Petrolero el operador que lo detecte, o reciba la información por cualquier vía, hace una valoración rápida del suceso y de ser posible actúa con los medios portátiles de extinción de incendios disponibles, tales como, extintores de PQS y de CO₂, además se puede utilizar el agua contra incendio, instalando mangueras con pitones a los hidrantes correspondientes; podemos también utilizar espuma con mangueras y pitones, para esto es necesario que el sistema de espuma se ponga en funcionamiento y según el lugar donde esté el hidrante que se vaya a utilizar, abrir las electroválvulas correspondientes.

De no ser posible extinguir el incendio de esta manera se procede a utilizar el sistema de agua y espuma.

2.3 Operaciones a desarrollar en nuestro Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio según el lugar del incidente:

Incendio en stenders de Muelle 1:

Ante este suceso se arranca P- 58/14 –1700 o P- 58/14 –1700 A, desde uno de los tres puntos posibles, se abre automáticamente VE-6 o VE-7 en descarga de dichas bombas, seguidamente se abre electroválvula VE-16 o VE-22 según sea la distancia más cerca del incendio respecto al cañón que se va a usar al igual que la selección de VE-17 o VE-23.

Si el incendio se produce con barco conectado se usa un monitor para extinguir el incendio con espuma y el otro con agua contra incendio para refrescar el barco y de ser necesario refrescar las tuberías tecnológicas. Se abre válvula manual Vm-10 en línea de rociadores del Muelle 1 y se abre VE-27 hacia línea de neblineros de Muelle 1. El operador debe tener en cuenta que al usar el cañón de agua contra incendio caerá la presión en la L-1052 y arrancaran las bombas del Tit.122.

Incendio en canalización de Muelle 1:

Ante este suceso se actuará igual que en el punto 6.4.1 del Muelle 1, y de ser necesario proteger el foso se abre electroválvula VE-25 hacia eyector P4 y después se

abre electroválvula VE-26 a la entrada del foso 58/23. Se presta atención a la canalización de Muelle 2 y de ser necesario se abren las electroválvulas VE-16 o VE-22 y VE-18 o VE-24 respectivamente para actuar con espuma con el cañón A o con el cañón B del Muelle 2. También se puede ejecutar si el incendio es en las bombas.

Incendio en barco atracado en Muelle 1:

En este caso se abren las electroválvulas VE-27 en línea de neblineros y válvula manual Vm-10 en línea de rociadores del Muelle 1.

Incendio en válvulas de Ø 500 mm o en cubeto de las mismas en Muelle 1:

En tal caso se actuará arrancando P- 58/14 –1700 o P- 58/14 –1700A desde uno de los tres puntos posibles. Se abre automáticamente VE-6 o VE-7 en descarga de dichas bombas, seguidamente se abre electroválvula VE-16 y VE-17. Si existe barco atracado se procede a la alineación de los neblineros y el operador dirige el chorro de espuma con el cañón A del Muelle 1 hacia el lugar del incendio.

Escape de GLP con posterior explosión e incendio en líneas o válvulas en Muelle 1:

Ante tal suceso se abre la válvula manual Vm-10 hacia rociadores de Muelle 1. Se valora la posibilidad de extinguir el incendio con extintor de PQS existentes en el Muelle para este fin.

Escape de GLP con posterior explosión e incendio en barco atracado con GLP por Muelle 1:

Ante tal suceso se abre la electroválvula VE-27 y válvula manual Vm-10 en línea de neblineros y de rociadores respectivamente. Si el barco lo solicita, auxiliarlo con nuestros extintores de ser posible.

Incendio en stenders de Muelle 2.:

Ante este suceso se arranca P-58/14–1700 o P-58/14–1700A desde uno de los tres puntos posibles, se abre automáticamente VE-6 o VE-7 en descarga de dichas bombas, seguidamente se abre electroválvula VE-16 o VE-22 según sea la distancia más cerca del incendio respecto al cañón que se va a usar, al igual que la selección de VE-18 o VE-24.

Si el incendio se produce con barco conectado se usa un monitor para extinguir el incendio con espuma y el otro con agua contra incendio para refrescar el barco y de ser necesario refrescar las tuberías tecnológicas se abre válvula manual Vm-11 en línea de rociadores del Muelle 2 y VE-28 en línea de neblineros de Muelle 2. El operador debe tener en cuenta que al usar el cañón de agua contra incendio caerá la presión en la L-1052 y arrancaran las bombas del Tit.122.

Incendio en canalización de Muelle 2:

Ante este suceso se actúa VE-19 con VE-21 y de ser necesario proteger el foso 58/23 del Muelle 1. También se puede ejecutar si el incendio es en las bombas de vaciado de los stenders de M2.

Incendio en barco atracado en Muelle 2:

En este caso se actúa Ídem al caso descrito del Muelle 1, solo que aquí abren electroválvulas VE-28 y Vm-11 en lugar de VE-27 y Vm-10 hacia líneas de neblineros y rociadores respectivamente.

Escape de GLP con posterior explosión e incendio en líneas o válvulas:

Ante tal suceso se actúa ídem al caso descrito del Muelle 1, solo que aquí se abre válvula manual Vm-11 en lugar de Vm-10 en línea de neblineros de Muelle 2, después se extingue con PQS si es posible.

Escape de GLP con posterior explosión e incendio en barco de GLP atracado en Muelle 2:

Ante tal suceso se actúa ídem al caso descrito del Muelle 1, solo que aquí se abren electroválvulas y válvula manual VE-28 y Vm-11 hacia neblineros y rociadores del Muelle 2 respectivamente.

Incendio en el foso 58/23:

En tal caso se arranca la P-58/14-1700 o P-58/14-1700A desde uno de los tres puntos posibles, se abre automáticamente VE-6 o VE-7, seguidamente se abre VE-25 hacia eyector P4 y después VE-26 hacia foso 58/23 y se mantiene la observancia en canalización del Muelle 1 y 2, de ser posible cerrar electroválvula VE-29 de entrada de canalización al foso 58/23.

Incendio en foso 58/18:

Ante tal suceso se arranca la P-58/14–1700 o P-58/14–1700A desde uno de los tres puntos posibles, se abre automáticamente VE-6 o VE-7, seguidamente se abre electroválvula VE-13 a la entrada del eyector espuma del Muelle Auxiliar y después se abre VE-15 hacia generadores del foso 58/18.

Incendio en cubeto o válvula de entrega de combustible por Muelle Auxiliar:

Ante tal suceso se actúa igual que en el punto anterior, solo que aquí se abre electroválvula VE-14 hacia cubeto o válvulas del muelle auxiliar en lugar de VE-15.

2.4 Parada del sistema.

Una vez extinguido el incendio se cierra electroválvula ante el eyector o eyectores que se pusieron en funcionamiento y después se para la bomba P-58/14–1700 o P-58/14–1700A. Se le comunica al jefe de turno de Operaciones para que mande a parar las bombas contra incendio del Tít. 122 en caso de haberse utilizado y el operador mantiene la observancia del lugar del suceso.

2.5 Consideraciones generales para la operación.

- Cuando se usa espuma en una de las baterías de generadores solo se puede hacer empleo de los rociadores en la banda opuesta porque el agua destruye la espuma.
- El agua de los neblineros, monitores (cañones) y rociadores se suministra por línea 1052 con las bombas del título 122 y las mismas arrancan automáticamente al haber caída de presión en la línea.
- Solo se mantiene alineado un tanque de agua que es suficiente en proporción con el tambor de espuma de la plataforma tecnológica.
- La electroválvula que interconecta la línea 1052 y 1135 en la plataforma tecnológica de diámetro 500 permanecerá siempre cerrada y sellada.

2.6 En el sistema se mantienen siempre abiertas las válvulas siguientes:

- Válvula VE-2 de salida del tanque de agua de la zona costera alineado Tk-58/15 A o B.
- Válvula VE-3 y VE-4 de succión de la P-58/14-1700.
- Válvula VE-5 de succión de la P-58/14- 1700A.
- Válvula VE-8 descarga N°1

- Válvula VE-9 descarga de la P-58/14-1700; A
- Válvula VE-10 a la descarga de la P-58/14-1700; A
- Válvula Vm-5 en línea 1135 hacia la plataforma.
- Válvula VE-12 de alineación por línea 1052 hasta plataforma tecnológica.
- Válvula VE-26 entrada al foso 58/23.
- Vm-1 válvulas de corte de suministro de agua al muelle.
- Vm-4 de trasiego entre tanques.
- Válvulas manuales Ø 80 mm de los generadores.

Para arrancar el sistema solo se accionará la botonera de arranque de la bomba, ya que las electroválvulas de descarga de las bombas abren cuando el manómetro de contacto alcance la presión ajustada.

- En caso de no poder hacerse empleo de las P-58/14–1700 o P-58/14–1700A por cualquier motivo, abrir Vm-6, para emplear las bombas de agua Contra Incendio del sistema general de la refinería P-122-1240; A; o B del T-122. Al abrirse estas válvulas el sistema arranca en automático por caída de presión en el sistema. Pero el operador previamente tiene que comunicar al despacho y al operador del título 122 que se accionará la Vm-6 que comunica L-1052 con L-1135 en Zona Costera.
- Durante todo el año semanalmente se realizan pruebas al sistema de agua y espuma contra incendio para garantizar el buen estado y prevenir problemas con anticipación. Estas pruebas quedan reflejadas en el Registro de Pruebas del Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio ver **Anexo 1**.
- Para la realización de las pruebas al sistema de espuma y agua contra incendio se utiliza como guía el Programa de Pruebas al Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio del Muelle donde se explica con detalle a que equipo se le realizará la prueba, los medios a utilizar para su realización, la fecha, como se procederá en la alineación, etc.
- Los equipos y medios utilizados en el Área de Servicios Portuarios que intervienen en la explotación del sistema de espuma y agua contra incendio se pueden apreciar en los **Anexos 2, 3 y 4**.

2.7. Tabla 1 Antecedentes de Pruebas fallidas.

Avería	Operación	Tiempo en formar la espuma	Observaciones
Incendio provocado por chispa que impactó en el registro del cubeto con presencia de hidrocarburo de la zona de carga del Muelle Auxiliar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ataca con extintor PQS pero no resulta. 2. Se le informa al JB. 3. Arrancar bomba desde la Plataforma. 4. Alinear VE 13 con VE 14. 	12 min	El operador se encontraba lejos del área de las bombas lo que produce la demora.
Incendio en canal de M1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ataca con extintor pero no resulta. 2. Se le informa al JB. 3. Se alinea VE 29, VE 19 y VE 20. 4. Se arranca la P-58/14-1700, A y falla su arranque. 	14 min	Al no funcionar la bomba en ese momento el operador de ZC debe alinear la VM 6 para facilitar el agua de L 1052 hacia la L1135 y esta apertura de la válvula ocasionó la demora.
Incendio en PT válvulas de 500 mm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ataca con extintor y no resulta. 2. Se informa al JB. 3. Se alinea VE 29, VE 16 y VE 17. 	17 min	No se pudo abrir la VE 17 por la magnitud de las llamas del incendio. Se tuvo que esperar a que llegaran los bomberos.

2.8. Conclusiones parciales del capítulo:

En este capítulo se pudo evidenciar aspectos fundamentales de la empresa así como las principales zonas de riesgo de incendio. Se explicó de manera detallada las principales acciones a desarrollar para combatir principios de incendios.

Capítulo III

En el capítulo anterior se analizó el área del Muelle con sus principales zonas de riesgo, se explicó de manera bien detallada las alineaciones a desarrollar según la zona del incendio.

En este capítulo se analizará las debilidades de los Sistemas de Espuma y Agua contra Incendios mediante el método Delphi, para poder plantear una propuesta de mejora efectiva y que sea con el beneficio de los trabajadores del área ya que son los que deben enfrentar en el primer momento los incendios ocurridos para así poder evitar daños humanos y materiales a la empresa.

3.1 Método Delphi:



Para analizar con profundidad los Sistemas de Espuma y Agua Contra Incendios en el Muelle se realiza este método ya que involucra de manera directa a todos los operadores del área que son los que actúan de manera directa ante los principios de incendios ocurridos en el área. Se busca con esta técnica lograr un acuerdo entre todos los trabajadores sobre el tema tratado con el objetivo principal de disminuir el tiempo operacional para combatir principios de incendios, para ello se analiza a fondo los sistemas de agua y espuma.

Primeramente se elige el panel de expertos que serían todos los operadores del área:

1. Jorge Mederos García (JB)
2. Jaccen Rodríguez González (JB)
3. José Pablo García Pozo (JB)
4. Yoandry Gerardo González (JB)
5. José Carlos Sarria Delgado (Op B)
6. Felicia Caridad Cordero Sánchez (Op A)
7. Jorge Adrián Pereira Bolaños (Op A)
8. Esteban Barrios Madruga (Op A)
9. María Eugenia Romero Viñez (Op A)
10. Leandro medina Sablón (Op A)
11. Juan Varona Barceló (Op A)
12. Víctor Manuel Rayas (Op A)
13. Bladimir Rodríguez (Op A)
14. Jorge Placeres (Op B)
15. Ángel Feito (Op B)
16. Abel Días Concepción (Op B)
17. Erisdeiby Rodríguez (Op B)

Una vez elegidos al panel de expertos se procede a distribuir el cuestionario de preguntas de manera individual para que cada trabajador de su punto de vista según las actividades a desarrollar diariamente en sus respectivas brigadas.

Cuestionario:

1. ¿Está bien diseñado el sistema de agua contra incendio y el sistema de espuma?
2. ¿Siempre funciona de manera eficiente la botonera del arranque a distancia de las bombas del sistema de espuma?
3. En caso que haya que hacer uso de la válvula manual 6, ¿Está es fácil de manipular?
4. ¿Todas las válvulas del sistema de espuma funcionan eléctricamente bien?
5. En caso de que el operador de zona costera esté en el muelle auxiliar atendiendo a una patana, ocurre un incendio en esa zona, al presionar la botonera de arranque a distancia de las bombas del sistema de espuma estas no funcionan, ¿Le daría tiempo al operador llegar a zona costera para arrancarla?
6. ¿Debería haber un abre válvula en cada cañón para que sea más rápida la operación de apertura de dichas válvulas en caso de ser necesario?
7. Si ocurre un incendio en la válvula de 500 de muelle 1, ¿Sería posible alinear espuma para esa zona? Tener presente la cercanía de la VE- 17 con las válvulas de 500.
8. Todos los rociadores funcionan perfectamente.
9. Al hacer uso de los cañones, ¿Estos abarcan toda el área de la plataforma?
10. ¿Los neblineros funcionan perfectamente?
11. ¿Llega bien el agua a todos los puntos finales de la red de distribución?
12. ¿Sería factible la colocación de una bomba de diesel para el suministro de agua en el Sistema de Espuma en caso de fallar las bombas eléctricas del Sistema de Espuma?

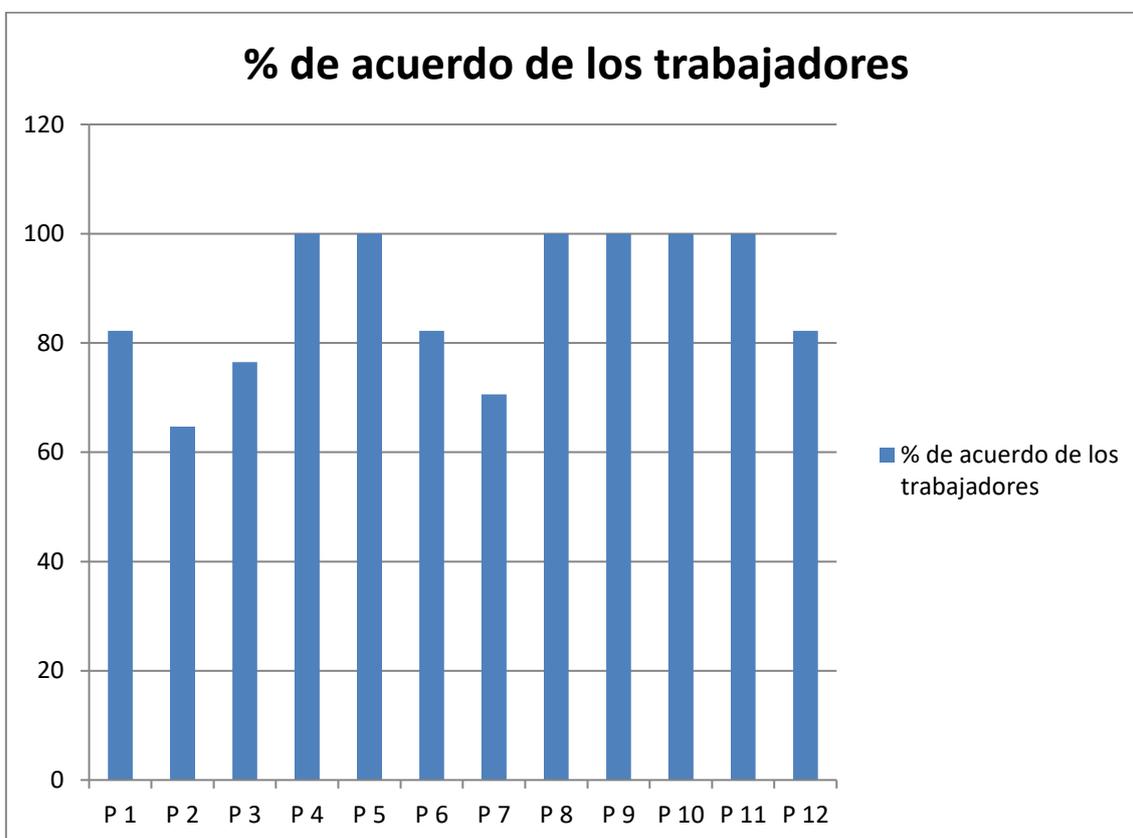
Analizando las respuestas de los cuestionarios se obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2 Resultados de Delphi

Preguntas	Respuestas afirmativas	Respuestas negativas	% de acuerdo de los trabajadores
1	14	3	82,25
2	6	11	64,7
3	4	13	76,47
4	0	17	100
5	0	17	100
6	14	3	82,25
7	5	12	70,58
8	17	0	100
9	17	0	100
10	17	0	100
11	17	0	100
12	14	3	82,25

Reflejando datos numéricos de los resultados de las encuestas en gráfico de barras: % de trabajadores de acuerdo contra las preguntas analizadas.

Tabla 3 Resultados en gráfico de Delphi



De manera general se evidencia en este gráfico las coincidencias de las respuestas en cada pregunta teniendo mucho más de la mitad de los trabajadores de acuerdo con lo analizado por pregunta.

3.2 Ejemplo de pruebas al SE y SACI desarrollados:

EQUIPO MEDIO	O	RECOMENDACIÓN	OBSERVACIONES
(Ejemplo) P-58/14-1700A		Abrir hidrantes en línea a cañón A de muelle N°1, abriendo: VE-16 y VE-17	No alinear espuma, solo agua. Dar movimiento a los monitores con mando a distancia. Reflejar en registro de la sala de control Dejar bien cerradas las válvulas que se abren

<p>Anillo de enfriamiento del TK-128/1</p>	<p>Hacer limpieza del anillo con agua antes de la prueba.</p> <p>Terminada la operación, dejar las válvulas en la posición que estaban inicialmente.</p>	<p>1-Abrir las 4 válvulas de drenaje del anillo.</p> <p>2-Abrir un poco la válvula de la L-1052 que se encuentra fuera del cubeto para eliminar por el drenaje la suciedad y evitar la tupición del anillo. Luego cerrar L-1052 y cerrar válvulas de drenajes.</p> <p>3-Abrir válvula L-1052 y hacer prueba del anillo.</p> <p>4-Terminada la prueba cerrar válvula L-1052 y abrir drenajes del anillo para drenar toda el agua.</p> <p>5-Cerrar drenajes cuando se vacíe el anillo de enfriamiento.</p>
<p>VE-19, VE-20 y rociadores P-58/14-1700</p>	<p>Abrir válvulas y después arrancar bomba</p>	<p>El operador comprobará el funcionamiento de las válvulas. Debe saber cómo abrirlas y cerrarlas en el menor tiempo posible.</p> <p>Reflejar en registro de pruebas de la sala de control.</p> <p>Dejar bien cerradas las válvulas que se abren.</p>
<p>P-58/14-1700 A</p> <p>Medir el Tambor de espuma en M/A</p>	<p>Abrir VE-13</p> <p>Abrir hidrante en muelle Auxiliar.</p> <p>Abrir y cerrar VE-14 y VE-15 para probar su funcionamiento.</p> <p>Mantener cerrada válvula al eyector</p>	<p>Antes de comenzar el operador comprobara que la válvula de cierre rápido del eyector esté cerrada.</p> <p>Reflejar en registro de la sala de control.</p> <p>Dejar bien cerradas las válvulas que se abren.</p>

3.3 Propuestas de Mejoras en el SE y SACI en el Muelle:

3.3.1 Arranque a distancia de las bombas del Sistema de Espuma:

Estas bombas del Sistema de espuma tienen tres posiciones de arranque: una es en el mismo título 14 de zona costera al lado de dichas bombas, otra es una botonera en el Muelle Auxiliar y la otra posición es en la Plataforma Tecnológica. En ocasiones cuando se presiona la botonera en las pruebas contra incendios que se realizan en el área, estas no tienen energía, o sea, no hace nada, esto en ocasiones pasa en el Muelle Auxiliar y en la Plataforma Tecnológica. El fallo es totalmente eléctrico. Este

sistema de arranque a distancia tiene muchos años de explotación por lo que se propone modificar estos pulsadores por otros para así poder cumplir el objetivo y evitar fallos a la hora de un incendio.

Si se intenta arrancar estas bombas desde la Plataforma o Muelle Auxiliar y falla su arranque, se debe comunicar de manera urgente al operador de Zona Costera para que se dirija a la estación donde están ubicadas y pruebe esta botonera. De no poder cumplir con su arranque, se debe alinear el agua de línea 1052 a línea 1135 a través de la válvula manual 6, ocasionando ya demora en el suministro de espuma para combatir el principio de incendio.

3.3.2 Bomba de diesel para Sistema de Espuma:

Según los resultados de las encuestas se necesita una bomba de diesel en el título 14 para que suministre agua al Sistema de Espuma en caso de fallar el arranque de las bombas 1700 y 1700/A. Dicha bomba debe tener un flujo de descarga parecido a las bombas actuales de 720 m³/h. Con la implementación de dicha bomba tendríamos una posibilidad más de utilizar nuestro propio Sistema de Espuma con el agua de los tanques de Zona Costera y evitaríamos tener que abastecer el sistema con el agua del título 122 que es general para toda la fábrica.

3.3.3 Válvula manual 6

Esta válvula es la que comunica el sistema de agua contra incendio con el sistema de espuma, o sea, une las líneas 1052 con 1135. Esto es en caso de que las bombas del sistema de espuma no puedan ser arrancadas o se necesite mayor suministro de agua para apagar un incendio en el Muelle. Recordemos que la línea 1052 es la de agua contra incendio proveniente título 122 del área Planta Tratadora de Residuales.

En la prueba contra incendio que se han desarrollado donde está involucrada esta válvula manual 6, se ha evidenciado por los trabajadores que cuesta trabajo manipularla, está un poco recia la válvula. Esto trae consigo mayor tiempo de apertura de dicha válvula por lo que causa demora a la hora de combatir un principio de incendio en las áreas de Muelle Auxiliar y Plataforma Tecnológica.

De vez en cuando a esta válvula se le da mantenimiento mecánico para así poder mejorar un poco la apertura de ella. No obstante esto no es suficiente ya que en poco tiempo vuelve a estar de igual manera.

En este caso se propone cambiar la válvula por otra de igual las condiciones que se pueda operar de manera más fácil. Por lo que también se sugiere que la apertura de dicha válvula se haga de manera eléctrica, esto acortaría el tiempo de operación y ayudaría al operador ya que por el diámetro de esta hay que hacer un poco de esfuerzo.

También se propone que esta válvula manual 6 tenga botonera a distancia para que sea más factible para los operadores en caso de que el operario de zona costera no se encuentre en el área. Esto puede suceder cuando la persona de Zona Costera está haciendo operaciones en el Muelle Auxiliar y las bombas del título 58/14 no funcionen a distancia, entonces se necesita abrir dicha válvula y no habrá quien pueda ejecutar esa operación en el tiempo apropiado.

3.3.4 Válvulas del Sistema de Espuma:

Analizando las válvulas eléctricas del Sistema de Espuma podemos evidenciar que hay muchas válvulas que no funcionan eléctricamente. Este sistema de puma está diseñado para que cada válvula eléctrica sea abierta por una botonera a distancia, esto hace más efectivo el trabajo y fueron diseñadas con ese fin. Ya el sistema es muy antiguo y ninguna válvula funciona con esa botonera y entonces se están abriendo eléctricamente en la propia válvula o manual.

Entonces se sugieren que la válvula de entrada de agua al sistema de espuma se mantenga abierta permanente para así acortar el tiempo cuando se va a combatir un incendio en el área.

La propuesta más indicada para mejorar este Sistema de Espuma con las válvulas eléctricas es cambiar completamente las válvulas eléctricas por otras de igual función con arranque a distancia para así poder cumplir su función que sería arrancar de manera rápida mediante una botonera a distancia sin tener que ir personalmente hacia la válvula y así acortar el tiempo de combate ante el principios de incendios.

Mejorando este sistema completamente sería muy beneficioso para el área del muelle ya que así estaríamos asegurando un 100% la efectividad del sistema mediante estas válvulas eléctricas con arranque a distancia.

3.3.5 Abre válvulas (F):

Estos son herramientas manuales de hierro que se utilizan para abrir válvulas. Se encuentran distribuidos en distintos puntos del muelle según la necesidad para utilizarlo. En varias pruebas contra incendio que se han desarrollado se ha evidenciado que no hay un abre válvula a pie de cada cañón, esto provoca demora en el proceso de combatir un incendio porque el operador luego de alinear las válvulas eléctricas del sistema de espuma hacia el cañón que se vaya a utilizar debe abrir una válvula a pie del cañón de forma manual con dicha herramienta, esto provoca demora porque la persona debe ir a buscar el abre válvula en otro sitio.

Se sugiere tener en cada cañón un abre válvula destinado para solamente esa válvula y así no habría más demora por esta situación.

3.3.6 Alinear VE17 en un incendio en válvulas de 500mm:

Las válvulas eléctricas 17 y 18 se encuentran a menos de 3 m de las válvulas de 500 mm en cubeto de muelle 1. Para atacar un incendio con espuma en dicho lugar se necesita el cañón A1. Para que le llegue espuma ha dicho cañón es obligatorio abrir la válvula eléctrica 17 y como la botonera a distancia de apertura de estas válvulas no funcionan, entonces se debe abrir de forma eléctrica en la propia válvula. Esto sería una complicación ya que ante un incendio en dicha zona sería muy difícil que un operador pueda realizar la apertura de esa válvula.

Por dicha situación sería más efectivo poner en funcionamiento una botonera a distancia y esto solo se logrará cambiando el sistema de válvulas eléctricas completamente.

Otra solución sería cambiar de posición la válvula eléctrica 17, tendría que colocarse en un lugar más alejado y fuera del cubeto donde se encuentran las válvulas de 500 mm, para así poder garantizar de manera momentánea esta operación en la propia válvula.

3.4 Conclusiones parciales del capítulo:

En este capítulo mediante el método Delphi se pudo demostrar las principales brechas existentes en el Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio, así como las posibles propuestas de mejoras para poder acortar el tiempo operacional del los operadores



ante principios de incendios y así preservar las vidas humanas y materiales de la entidad.

Conclusiones generales

En el presente proyecto pudimos dar respuesta a los objetivos trazados. Conocimos las partes del fuego así como las características de cada una. Se pudo explicar de manera detallada los componentes principales en los Sistemas de Espuma y Agua Contra Incendios, así como su funcionamiento según el lugar de incendio. Pudimos abordar las principales brechas existentes en el área a través del método Delphi para poder proponer las propuestas de mejora, las cuales nos permitirán en futuro, tener un sistema contra incendio de excelencia que nos pueda garantizar ante los principios de incendio, las vidas humanas y materiales.

BIBLIOGRAFIA

1. Guerrero Velázquez, J. M., (2020). Introducción a la espuma contra incendios. *Publicaciones Didácticas*, (98), 294-560. <https://core.ac.uk/download/pdf/235851975.pdf>
2. Andino, R., (2023). *RF-M11-IIE-75-01 Instrucción Inicial Especifica del Sector Servicios Portuarios*.
3. Andino, R. (2023). *RF-M11-IPT-75-04 Instrucción Del Puesto de Trabajo del Operador "A" y "B" de SSP*.
4. Andino, R. (2023). *RF-M11-PLA-75-01 Plan de Liquidación de Averías del Área Servicios Portuarios*
5. Andino, R. (2023). *RF-M5.2-IT-75-04 Instrucción Técnica Sistema de Espuma y Agua CI del Muelle*.
6. Andino, R. (2023). *RF-M5.2-IT-75-04-02 Programa de Pruebas al Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio del Muelle*.
7. Capeans, G. (2023). *FT SIGMA AFFF 6*. https://www.quimicasigma.com/pdf/FT_SIGMA_AFFF_6.pdf
8. Durá, J., (2022). *Abastecimiento de agua contra incendios: normativa y características esenciales*. <https://www.cottesgroup.com/blog/abastecimiento-de-agua-contra-incendios-normativa-y-caracteristicas-esenciales>
9. González, E., (2022). *RF-M5.2-MO-58-09 Manual de operaciones del Sector Servicios Portuarios_v08*
10. Lugo, G. (2019). *Certificación APCI*. https://vuceregulaciones.mincex.gob.cu/media/Certificaci%C3%B3n%20APCI_11.pdf

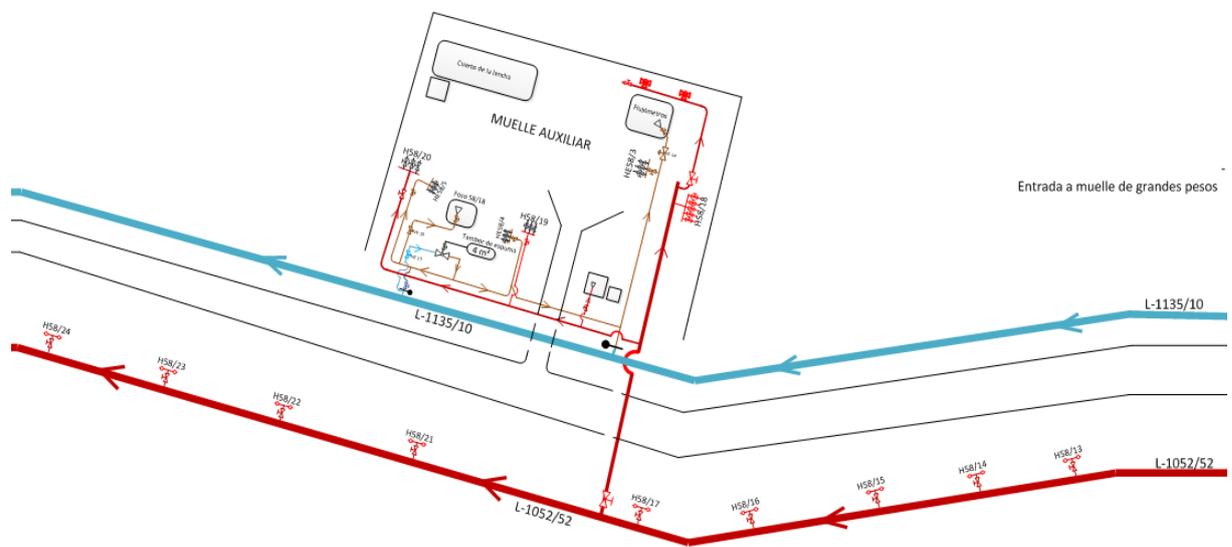
Anexos:

Anexo 1. RRF-M5.2-IT-75-04-01 Registro de Pruebas del Sistema de Espuma Y Agua Contra Incendio del Muelle.

# DE PRUEBA	FECHA	BRIGADA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	OBSERVACIONES
1		A			
2		B			
3		D			
4		C			

Anexo 3

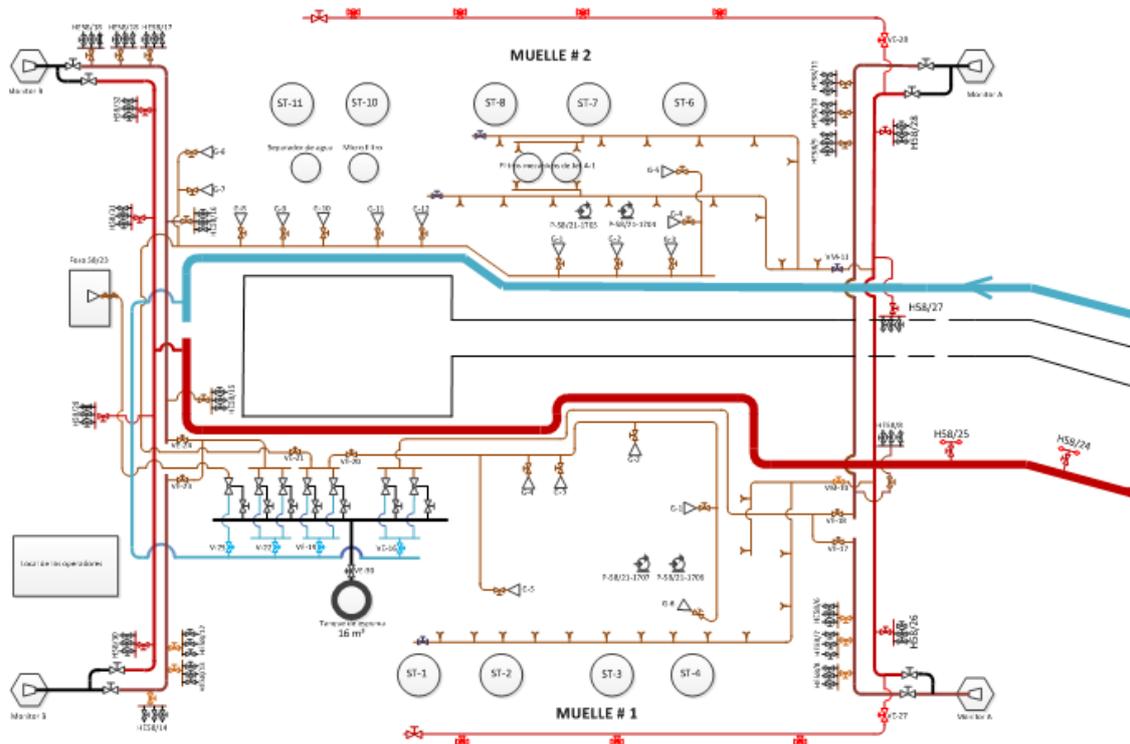
Esquema general del Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio en Muelle Auxiliar.



Nota: Se toma como referencia la leyenda del **Anexo 4**

Anexo 4

Esquema general del Sistema de Espuma y Agua Contra Incendio en Plataforma Tecnológica

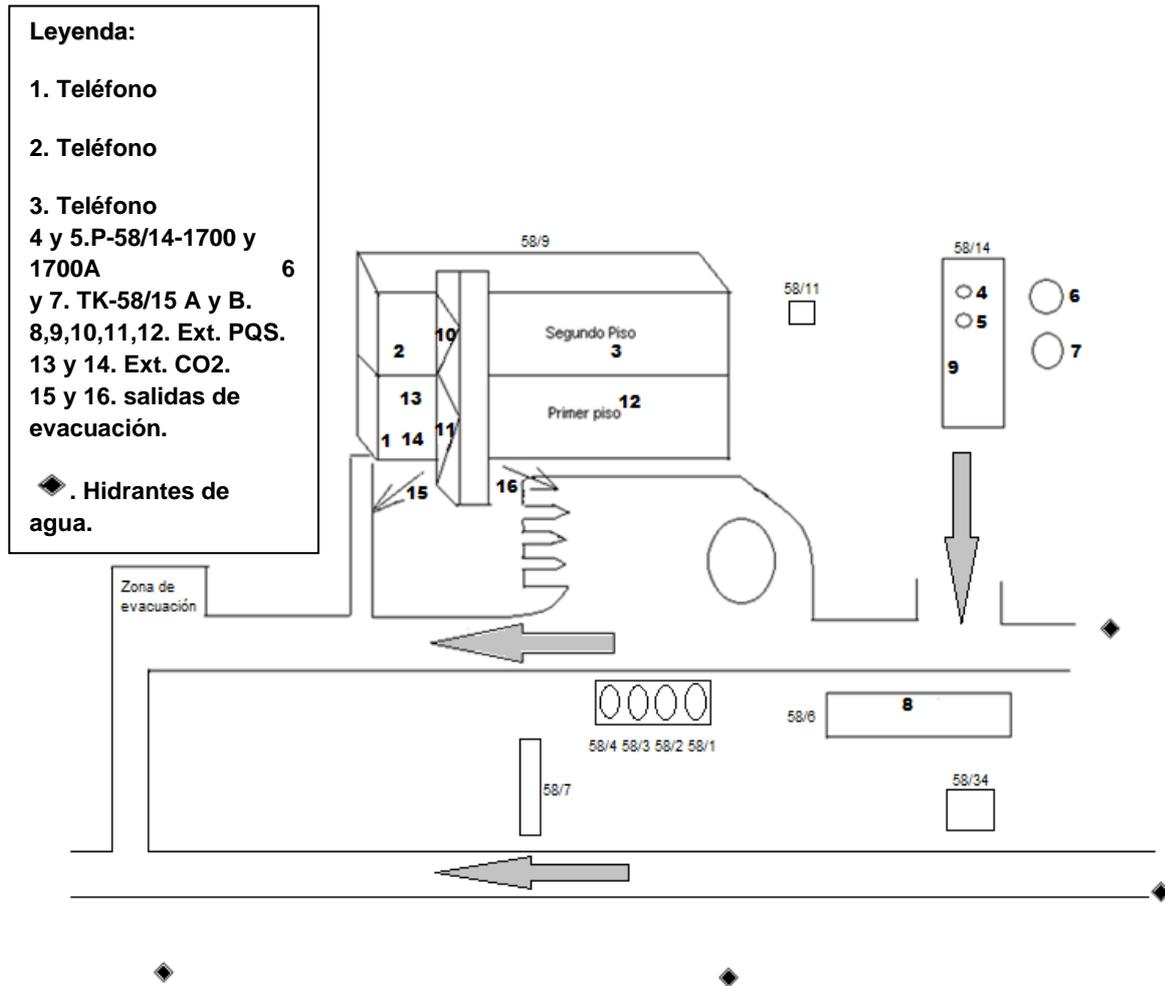


Leyenda

-  Neblineros
-  Generadores de espuma
-  Monitores
-  Rociadores
-  Mescaladores de espuma (Eyectores)
-  Electroválvulas
-  Válvulas manuales
-  Platillo ciego
-  Hidrante de agua
-  Hidrante de espuma
-  Agua contra incendio descarga de las P-58/14-1700 y 1700/A
-  Espuma
-  Agua contra incendio
-  Mezcla de agua y espuma

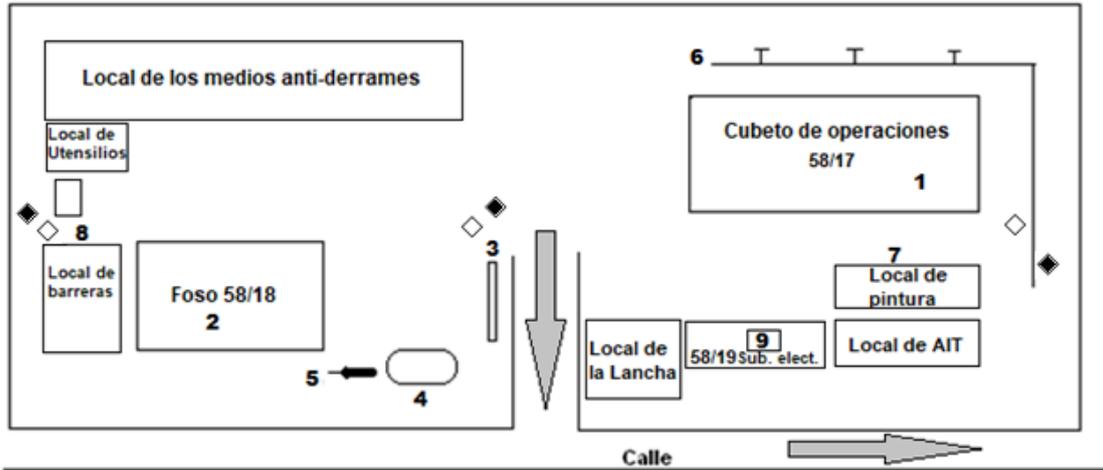
Anexo 5: Plan general con la ubicación de los equipos fundamentales, salidas de emergencia, medios de comunicación, medios de extinción de incendios y armarios de averías.

Plan general con la ubicación de los equipos fundamentales, salidas de emergencias, medios de comunicación, medios de extinción de incendios y armarios de averías en Zona Costera.



Anexo 6. Plan general con la ubicación de los equipos fundamentales, salidas de emergencias, medios de comunicación, medios de extinción de incendios y armarios de averías en Muelle Auxiliar.

MUELLE AUXILIAR

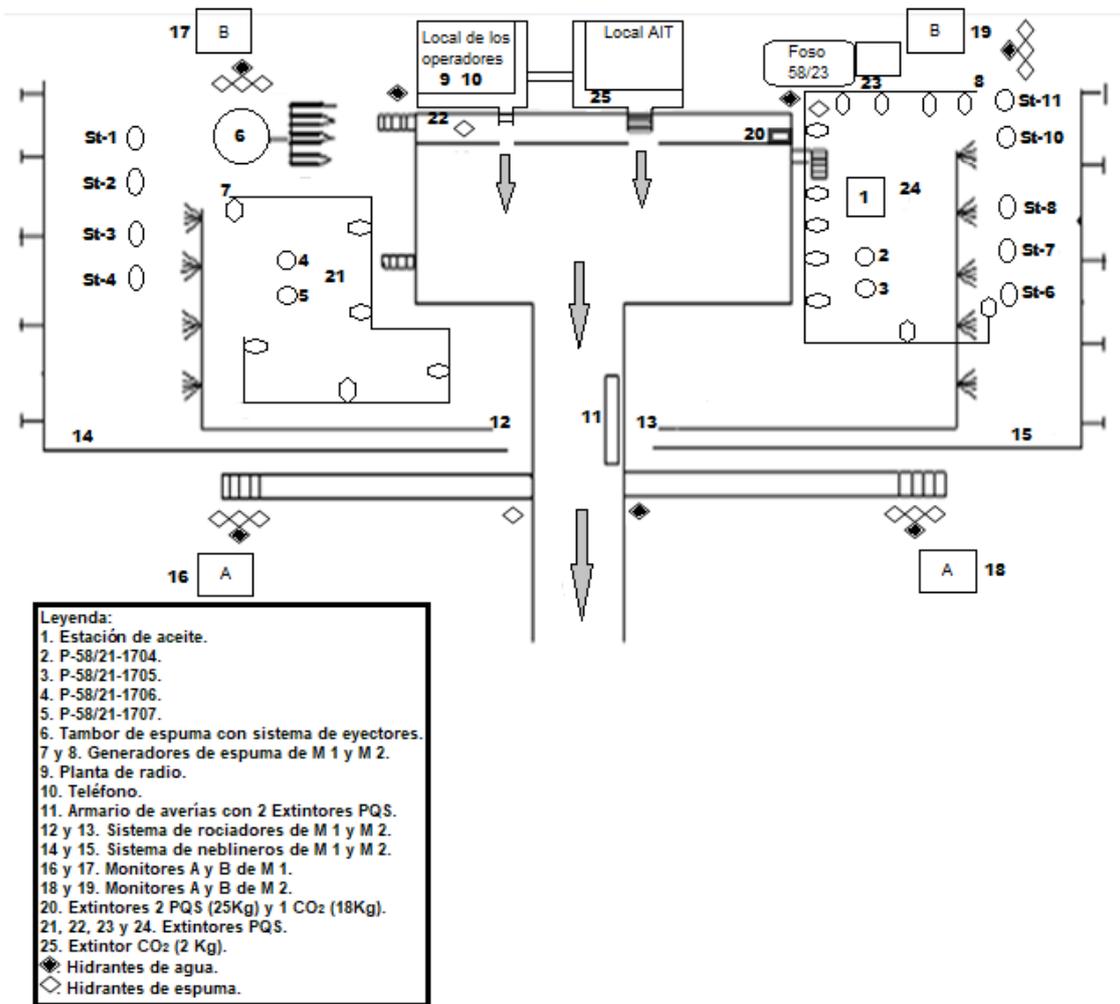


Leyenda:

- 1 y 2. Generadores de espuma.**
- 3. Armario de averías con extintor.**
- 4. Tambor de espuma de 4 M3.**
- 5. Eyector.**
- 6. Neblineros.**
- 7 y 8. Extintores PQS.**
- 9. Monitor de Agua Contra Incendio.**
- ◆. Hidrantes de agua.**
- ◇. Hidrantes de espuma.**

Anexo 7. Plan general con la ubicación de los equipos fundamentales, salidas de emergencias, medios de comunicación, medios de extinción de incendios y armarios de averías en Plataforma Tecnológica.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA



Anexo 8 Hidrantes de agua contra incendios.



Anexo 9. Neblineros o cortineros.



Anexo 10. Rociadores de enfriamiento.



Anexo 11. Cañones de agua y espuma.

