

Diseño de un Sistema de Protección Contra Incendio en una Planta Envasadora de Gas Licuado de Petróleo

Fernando Anchundia V. - Andrea Nieto C. - Eduardo Ocaña C.
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
fanchundia@maquinarias-henriques.com - anvinica@hotmail.com - renemania@gmail.com

Resumen

Este trabajo pretende servir de referencia a aquellas personas que deseen tener una visión general del proceso de diseño de un Sistema Contra Incendio para una Planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo. El objetivo del proyecto es que ante la ampliación de esta planta envasadora, esta cuente con un sistema contra incendio eficaz y cumpla los requisitos normativos aplicables. El diseño se basa en el análisis actual que se tenía la planta antes de la ampliación para presentar posteriormente los cálculos y criterios de selección para la nueva capacidad instalada, que abarca los reservorios de almacenamiento, sistema de bombeo, red hidráulica y métodos de supresión, de acuerdo a la reglamentación nacional, Normas NFPA; con equipos, accesorios y mano de obra calificada disponibles en el mercado local. La factibilidad del proyecto se justifica al presentar el análisis de costos entre un sistema de bombeo certificado por NFPA y uno ensamblado localmente, que también cumpla esos estándares internacionales. Finalmente se presenta recomendaciones para una adecuada inspección, mantenimiento y pruebas para asegurar la operabilidad y adecuado funcionamiento ante este tipo de siniestros.

Palabras Claves: Sistema contra incendio. Gas licuado de petróleo. GLP.

Abstract

This work intends to serve as reference to those people that they wish to have an overview of the process of design of a Fire Protection System for a Plant bottler of Liquefied Petroleum Gas. The objective of the project is than next the enlargement of this plant bottler, count on a system against efficacious fire and obey the normative applicable requirements. The design is based on the present-day analysis that was had you plant it before the enlargement to present at a later time calculations and criteria of selection for the new installed capacity, that NFPA comprises the storage tanks, system of pumping, hydraulic net and methods of suppression, according to the national regimentation, Standards; with equipment, accessories and available hand of qualified work in the local market. The feasibility of the project justifies itself when presenting the cost analysis between a system of pumping certified by NFPA and a put-together one locally, that also you obey those international standards. Finally you encounter recommendations for an adequate inspection, maintenance and you taste to assure the operability and adequate functioning in front of this type of damages.

Keywords: Fire Protection System. Liquefied petroleum gas .LPG.

1. Introducción

Debido a la ampliación de la capacidad instalada y disminución de la efectividad del sistema contra incendio actual por los años de servicio prestados, la empresa decidió implementar un nuevo sistema contra incendio para cubrir el incremento de la planta y alinearse con la normativa vigente que regulan a las plantas envasadoras de GLP.

Para el diseño, se consideró normativas vigentes para este tipo de empresa, para poder cubrir la necesidad de detección y reacción de las diferentes

sectores de la planta, seleccionando un sistema eficiente de extinción; seleccionando la mejor alternativa se control, alimentación y conducción del agente extintor. El diseño de protección, comprende desde el reservorio de almacenamiento, sistema de bombeo, red hidráulica y métodos de supresión.

Para mejorar la factibilidad del proyecto, se presenta el análisis de costos entre un sistema de bombeo certificado por una entidad internacional reconocida o un sistema de bombeo ensamblado localmente que también cumpla esos estándares.

2. Generalidades

2.1 Sistema contra incendio

Diseñar un Sistema Contra Incendio para una planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo.

Un sistema contra incendio está conformado principalmente por las fuentes de abastecimiento, estación de bombeo, líneas de distribución, equipos de detección de humo o fuego y los elementos de supresión. Diseñadas para controlar el fuego y en algunas ocasiones detenerlo, en caso de hacerlo debe actuar de tal manera que proteja a las personas y las instalaciones.

Localmente se cuenta con reglamentos y acuerdos ministeriales, donde el Cuerpo de Bomberos de cada localidad son los encargados de verificar su cumplimiento. Estas normativas están orientadas a controles proactivos que evitan el inicio del fuego o su propagación y controles reactivos que son sobre el uso de extintores, rociadores y gabinetes contra incendio.

La prevención reactiva depende de la naturaleza de la empresa y el volumen de materiales inflamables que maneja, de tal manera se minimice el riesgo de un incendio y su propagación.

El agente extintor más común de sistemas de protección contra incendio es que utiliza el agua. Para esto, es necesario disponer de cantidades óptimas del suministro de agua. El agua debe proporcionarse de manera automática con el caudal y presión necesaria para garantizar simultáneamente e ininterrumpidamente a todos los puntos considerados de riesgo de incendio, hasta que entren a operar el Cuerpo de Bomberos de la localidad.

La fuente de abastecimiento debe asegurar la cantidad, calidad y presión suficiente para que funcione como suministro de una bomba contra incendio en un tiempo no menor a cuatro horas.

La estación de bombas contra incendio, son diseñadas de acuerdo a la Norma NFPA 20 "Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendio".

La red de tuberías preferentemente debe formar un circuito cerrado minimizando las pérdidas por fricción. Para efectos de asegurar el abastecimiento, la tubería debe ser de acero al carbono, según norma ASTM A-53.

Los sistemas de tuberías secas, consiste en un sistema de rociadores abiertos, conectados a ramales de tuberías normalmente llenos de aire a presión o completamente vacíos. Al momento de accionarse el

elemento detector automático o detección humana, este envía una señal que apertura las válvulas de diluvio para rociadores en la línea de suministro de agua, haciendo que el agua fluya por los ramales y se descargue a través de los rociadores.

2.2. Características del GLP

El GLP está compuesto en un 60% por propano y 40% por butano, ambos con una inflamabilidad de grado de riesgo 4, que equivale a muy alto.

Cuando el GLP se fuga a la atmósfera, se vaporiza de inmediato mezclándose con el aire del ambiente para formar nubes con gran potencial inflamable y explosivo al encontrar una fuente de ignición.

2.3. Normas NFPA

La NFPA (National Fire Protection Association) es reconocida internacionalmente y referenciada en la Reglamentación nacional. Este compendio de normas es considerado como una fuente autorizada de datos técnicos y recomendaciones para el campo de prevención, protección y control del fuego.

El diseño del sistema de contra incendio objeto de este proyecto se basa principalmente en las normas:

- NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.
- NFPA14, Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y mangueras.
- NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección de Incendio.
- NFPA 22, Norma de Depósitos de agua para Protección de Incendio.
- NFPA 24, Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendio y sus Accesorios.
- NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios.

3. Diseño del sistema contra incendio

El diseño abarca un análisis detallado para una envasadora de GLP en particular, capaz de abastecer de agua como agente extintores de manera continua y eficaz.

Conocer mediante un análisis que tipo de ocupaciones de riegos nos permitirá direccionar el diseño del sistema contra incendios, en nuestro trabajo se determino que las instalaciones con almacenamiento y envasado de GLP son de tipo Extra, esta clasificación nos ha permitido establecer la

densidad del flujo de agua para una mejor eficiencia del sistema.

3.1 Determinación de los requerimientos del sistema

Las áreas a ser protegidas son determinadas inicialmente y evaluado el nivel de riesgo al que son expuestas.

Para complementar el análisis de riesgos se contaron con normas diseñadas específicamente para empresas de almacenamiento y envasado de GLP.

En la selección del Método de Supresión se realizó una evaluación de la eficacia de cada uno de ellos, se comparo un Método de supresión con agua por Diluvio, un Sistema con aplicación de agua por medio de monitores fijos, Un sistema de agua pulverizada y Extintores portátiles.

Tabla 1. Métodos de Aplicación de Agua.
Fuente Norma API 2510

Table 5 – Water Application Methods			
Water Deluge	Fixed Monitors	Water Sprays	Portable Equipment
Advantages of Each Method			
Rapid activation. Can be activated automatically. Less subject to damage from vapor cloud explosion. Less subject to plugging. Less sensitive to wind Single valve actuation.	Easily activated and directed at exposures. Can be activated automatically. Less vulnerable to vapor cloud explosion. Quickly directs water to exposed areas. Reduced water rates possible when vessel only partly exposed to fire. Effective for jet (torch) fires. Less subject to plugging.	Rapid activation. Can activated automatically. Reduces concerns about wettability and run down. Less sensitive to wind Single valve actuation.	Less vulnerable to vapor cloud explosions. Can direct water to specific areas. Reduced water rates possible when vessel only partly exposed to fire.
Disadvantages of Each Method			
Possible problem with wettability and run down. May need to be supplemented with water sprays at vessel supports or pipe connections. For the horizontal cylinders good water distribution may be difficult. May not be effective for jet (torch) fires.	Slower activation if manual. Exposure risk to personnel if manually operated. Affected by wind. Limited reach of water stream. Larger water demand for total coverage.	Vulnerable to damage in vapor cloud explosions. Subject to plugging, which may result in unequal application. Larger water demand than needed for localized fire hazard. May not be effective for jet (torch) fires.	Longer time for deployment. Not automatic. Greatest risk to personnel. Affected by wind.

Según la misma norma los métodos de extinción con espuma para plantas de almacenamiento y envasado de GLP no son recomendadas.

Con estos antecedentes el método de Supresión seleccionado fue una aplicación de Agua Diluvio.

La Norma NFPA 13 en su sección 21.4.1 para Líquidos y Gases inflamables nos indica los sistemas de rociadores que se pueden aplicar, y nos hace referencia que los rociadores deberán diseñarse para ocupaciones de Riesgo Extra.

Caudal de aplicación de Agua, por medio de la curva de área densidad, se seleccionó basados en los parámetros antes mencionados, área de protección, clasificación del Riesgo.

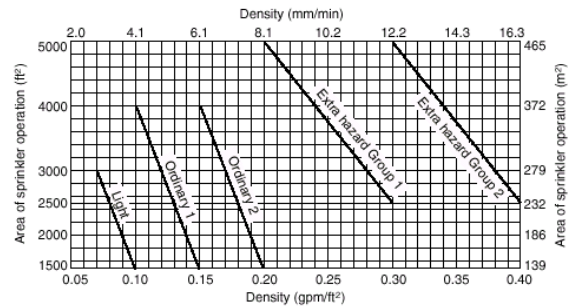


Figura 1. Demanda para rociadores
Fuente: Norma NFPA 13 Fig. 11.2.3.1.5

El valor obtenido de la tabla, multiplicado por el área nos permite conocer el caudal de aplicación del agua para incendios.

3.1.1 Mangueras

Se seleccionó entre las Bocas Equipadas contra incendios convencionales y un monitor fijo de tubería seca; debido a las condiciones de la fábrica y a fin de tener una mejor cobertura se selecciono un monitor fijo con un carrete de manguera de 2.1/2” doble chaqueta de neopreno, que proporcionará 250 gpm y una presión no menor a 100 psi



Figura 2. Monitor fijo con carrete.

3.1.2 Rociadores.

Se seleccionaron rociadores o boquillas abiertas para tubería seca, el tiempo de respuesta entre apertura de línea y acción de los rociadores debe ser 60 segundos de activación de la alarma.

La presión mínima a la que debe trabajar un rociador es a 7 psi, nosotros escogimos un rociador que se ajuste a nuestras necesidades de cobertura.

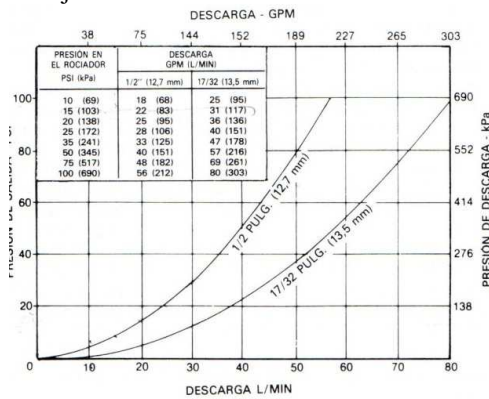


FIG. 5-12E. Gráfico de la descarga de agua de un rociador de 1/2 pulg y 17/32 pulg de orificio nominal.

Figura 3. Descarga de agua en un rociador
Fuente: Manual Contra Incendios.

4. Diseño Hidráulico del sistema contra incendio.

Conociendo los caudales necesarios para el control y supresión de un fuego, se procede a realizar los cálculos hidráulicos necesarios para conocer el TDH que requiere el sistema contra incendio y proceder a escoger el equipo que necesitamos.

Tuberías.

El dimensionamiento de las tuberías se basó en cálculos hidráulicos y en las recomendaciones que nos brinda la norma NFPA 20 para los diferentes caudales.

Pump Rating		Minimum Pipe Sizes (Nomina)				
gpm	L/min	Suction ^{1,2} (in.)	Discharge ¹ (in.)	Relief Valve (in.)	Relief Valve Discharge (in.)	Meter De (in.)
25	95	1	1	3/4	1	1 1/4
50	189	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2
100	379	2	2	1 1/2	2	2 1/2
150	568	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3
200	757	3	3	2	2 1/2	3
250	946	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2
300	1,136	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2
400	1,514	4	4	3	5	4
450	1,703	5	5	3	5	4
500	1,892	5	5	3	5	5
750	2,839	6	6	4	6	5
1,000	3,785	8	6	4	8	6
1,250	4,731	8	8	6	8	6
1,500	5,677	8	8	6	8	8
2,000	7,570	10	10	6	10	8
2,500	9,462	10	10	6	10	8
3,000	11,355	12	12	8	12	8
3,500	13,247	12	12	8	12	10
4,000	15,140	14	12	8	14	10
4,500	17,032	16	14	8	14	10
5,000	18,925	16	14	8	14	10

¹ Actual diameter of pump flange is permitted to be different from pipe diameter.
² Applies only to that portion of suction pipe specified in 2-9.3.

Figura 4. Tuberías para diferentes caudales de agua
Fuente: Norma NFPA 20.

Para los diferentes tramos y diámetros de tubería se debieron tomar en cuenta las pérdidas por fricción, estas consisten en las pérdidas en líneas rectas de tubería, estas fueron calculadas por las ecuaciones de: Hazen-Williams,

$$\Delta P = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

y las de Darcy Weischman.

$$\Delta P = \frac{f L_{equiv} V^2}{2 D g}$$

Los accesorios crean también pérdidas que se deben tomar en cuenta y afectan el cálculo del TDH (altura dinámica total) de una bomba.

En nuestra selección utilizamos tuberías SCH 40, se tomaron los valores tabulados en la norma NFPA 15 para las tuberías de acero.

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (m) of Pipe				
	3/4 in.	1 in.	1 1/4 in.	2 in.	3 in.
45° Elbow	1(0.3)	1(0.3)	2(0.6)	2(0.6)	3(0.9)
90° Standard Elbow	2(0.6)	2(0.6)	3(0.9)	4(1.2)	5(1.5)
90° Long Turn Elbow	1(0.3)	2(0.6)	2(0.6)	3(0.9)	4(1.2)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	4(1.2)	5(1.5)	6(1.8)	8(2.4)	12(3.7)
Gate Valve	—	—	—	1(0.3)	1(0.3)
Butterfly Valve	—	—	—	6(1.8)	7(2.1)
Swing Check *	4(1.2)	5(1.5)	7(2.1)	9(2.7)	14(4.3)
Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (m) of Pipe				
	4 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
45° Elbow	3(0.9)	4(1.2)	5(1.5)	7(2.1)	11(3.4)
90° Standard Elbow	8(2.4)	10(3.1)	12(3.7)	14(4.3)	22(6.7)
90° Long Turn Elbow	5(1.5)	6(1.8)	8(2.4)	9(2.7)	16(4.9)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	17(5.2)	20(6.1)	25(7.6)	30(9.2)	50(15.3)
Gate Valve	1(0.3)	2(0.6)	2(0.6)	3(0.9)	4(1.2)
Butterfly Valve	—	12(3.7)	9(2.7)	10(3.1)	12(3.7)
Swing Check *	19(5.8)	22(6.7)	27(8.2)	32(9.8)	45(13.7)

Figura 5. Pérdidas por fricción en los accesorios, equivalente en metros y pies
Fuente: Norma NFPA 15 – Tabla 5.5.2.1

Utilizamos la ecuación de Bernoulli para calcular El TDH de la bomba.

$$H_B = h_{f total} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] + \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

5. Selección y dimensionamiento de equipos y accesorios.

Realizados los cálculos hidráulicos procedimos a la selección y dimensionamiento de los equipos necesarios para un correcto funcionamiento del equipo de bombeo contra incendios.

5.1 Reservorio o Tanque de almacenamiento de agua contra incendios.

El volumen total del Reservorio de agua fue calculado a partir del caudal requerido en la zona más crítica de la planta, a esto se le debe sumar adicionalmente el funcionamiento de al menos 3 monitores fijos de 250 gpm, todo esto tomando en

cuenta que el tiempo mínimo de funcionamiento varía según diferentes normas entre 2 y 6 horas, analizando que el sitio donde se encuentra emplazada nuestra empresa, vemos que en caso de producirse una calamidad la ayuda llegará no antes de 1 hora, por lo tanto calculamos un reservorio con un funcionamiento de 4 horas sin para.

5.2 Selección del caudal a utilizarse y selección de la bomba contra incendios.

De los datos obtenidos en el caudal total requerido para el combate de incendios, la Norma NFPA 20 nos establece los caudales a los que funciona una bomba contra incendios, nuestra selección del caudal de funcionamiento nos ayudará a la selección de la bomba.

Table 2-3 Rated Pump Capacities

gpm	L/min
25	95
50	189
100	379
150	568
200	757
250	946
300	1,136
400	1,514
450	1,703
500	1,892
750	2,839
1,000	3,785
1,250	4,731
1,500	5,677
2,000	7,570
2,500	9,462
3,000	11,355
3,500	13,247
4,000	15,140
4,500	17,032
5,000	18,925

Figura 6. Capacidades estándares de las bombas
Fuente: Norma NFPA 20 – Tabla 2.3

Existen tres tipos de bombas utilizadas en el combate al incendio:

Vertical en línea, utilizada en un sistema con succión positiva, pero limitada porque los caudales de trabajo son pequeños.

Válvula de carcasa partida, Es una bomba centrífuga recomendada principalmente en sitios donde se tiene una succión positiva, maneja grandes caudales de agua.

Válvula Vertical en línea, es una válvula vertical de múltiples etapas que puede trabajar en lugares donde la succión sea negativa, puede manejar altos caudales.

En nuestra selección utilizamos una bomba centrífuga de carcasa partida, contamos con succión positiva y el caudal que se requiere es alto y no es posible que lo provea una bomba vertical en línea.

5.3 Selección del caudal de la bomba jockey.

De pequeña capacidad, se seleccionan por ser capaces de suministrar elevadas presiones, caudales moderados con potencias reducidas. Mantienen presurizada la instalación compensando las posibles pérdidas que puedan originarse y evitando la puesta en marcha de la bomba principal. El arranque y paro es regulable y se efectúa de forma automática mediante un presostato.

La bomba jockey se selecciona generalmente para que funcione con un caudal de 1 a 7% mayor que el requerido por la bomba principal, y la presión a la que se activa es generalmente 10 psi mas que el de la bomba principal.

La bomba Jockey que se selecciona no necesita ser listada y aprobada ya que su principal función es mantener una presión en el sistema y no combatir un incendio.

5.4 Selección equipo motriz.

Las bombas contra incendio se pueden accionar con un motor eléctrico o un motor a Diesel, escoger uno u otro depende de las instalaciones del usuario, en nuestro caso al tener la empresa un generador que podía entrar a trabajar para uso exclusivo del sistema de protección contra incendios se decidió por un motor abierto (ODP) eléctrico, los motores eléctricos son abiertos ya que entre los requisitos para una correcta instalación del SCI, es que estos se encuentren resguardados contra la intemperie en un cuarto de bombas.

6. Análisis de costos entre sistemas Normados y aprobados y un sistema ensamblado localmente.

Seleccionados las bombas, motores procedimos a solicitar precios de los equipos para ponerlos a consideración de la empresa, la diferencia de ambos equipos radica principalmente en que un equipo listado y aprobado es mucho más robusto de un equipo convencional, eso aplica también a los accesorios, la finalidad de un equipo contra incendio es trabajar en las más difíciles condiciones pero impedir que un fuego provoque mayores daños, tanto humanos como materiales.

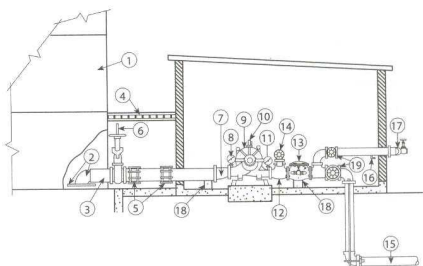
Se han enumerado los principales accesorios que se incluyen en la instalación de un sistema de protección contra incendios.

La decisión de aplicar un equipo de bombeo listado y aprobado o uno ensamblado localmente, depende además del cliente de las normativas de los cuerpos de bomberos locales, algunos admiten un equipo ensamblado localmente que cumpla con todas

las garantías para trabajar en el momento que se lo necesite.

7. Instalación, Inspección, Pruebas y Mantenimiento de un Sistema de Protección Contra Incendios.

Una vez seleccionada la bomba, motor, bombas auxiliares, rociadores y demás accesorios todos deben seguir lineamiento para su instalación que son dados por la Norma NFPA 20.



- | | |
|---|--|
| 1 Tanque de succión sobre la superficie | 9 Bomba de incendio horizontal de carcasa bi partida |
| 2 Codo de entrada y placa vortex cuadrada de acero con dimensiones por lo menos del doble del diámetro de la tubería de succión. La altura por encima de la base del tanque es de la mitad del diámetro de la tubería de succión de un mínimo de 6 pulgadas (152 mm). | 10 Eliminador de aire automático |
| 3 Tubería de succión | 11 Manómetro de descarga |
| 4 Carcasa a prueba de congelación | 12 T reductora de descarga |
| 5 Acoples flexibles para alivio de tensión | 13 Válvula de retención de descarga |
| 6 Válvula de compuerta OS&Y A.5.14.5) | 14 Válvula de alivio (si fuera necesaria) |
| 7 Reductor excéntrico | 15 tubería de suministro para el sistema de protección contra incendio |
| 8 Manómetro de succión | 16 Válvula de drenaje o bola de escurrimiento |
| | 17 Cabezales múltiples de válvula de manguera y válvulas de mangueras |
| | 18 Soporte de tubería |
| | 19 Compuerta o válvula de mariposa |

FIGURA A.6.3.1 Instalación de bomba de incendio de carcasa partida horizontal con suministro de agua bajo una cabeza positiva

Figura 7. Instalación de una bomba de incendio de carcasa partida horizontal
Fuente: Norma NFPA 25

Asegurar una buena instalación no exime a una empresa de realizar continuos chequeos en sus partes constitutivas para evitar su deterioro y asegurar su funcionamiento en el momento que ocurra un siniestro, las frecuencias de las inspecciones, pruebas y mantenimientos se encuentran enumeradas en la norma NFPA 25 para cada uno de los componentes del sistema.

8. Conclusiones

Localmente se cuenta con mano de obra calificada para diseñar, instalar y arrancar un Sistema Contra Incendio que cumpla la Reglamentación Nacional.

No se puede hablar de un Sistema Contra Incendio general para un sector productivo ya que un Sistema es exclusivo de cada planta, al intervenir muchas variables en el diseño.

El diseño de un sistema de bombeo fue en base a los cálculos de datos reales en sitio y tomando las precauciones para asegurar el permanente abastecimiento del agente extintor.

Es muy importante para la correcta selección del equipo de bombeo determinar el caudal real necesario para abastecer todas las zonas que se encuentren en riesgo.

La selección del equipo de bombeo para un sistema contra incendio fue tomado en base condiciones de instalación y funcionamiento de la planta envasadora de Gas Licuado de Petróleo, de esta manera pudimos determinar que la bomba que se requiere es una bomba centrífuga de carcasa partida, con accionamiento eléctrico.

El conocer que la empresa cuenta con un generador que podía ser destinado para el uso exclusivo del Sistema contra Incendios permitió disminuir los costos en la adquisición de los equipos, un motor a Diesel tiene un valor más elevado que encarece el precio final de los equipos.

Cuando se realice una ampliación de la capacidad instalada de una planta que manipule elementos altamente inflamables, se debe revisar la capacidad de respuesta del sistema contra incendio.

9. Recomendaciones

Previo a la instalación del nuevo Sistema Contra Incendio, se debe realizar una revisión de todos los elementos que se decidan mantener o reutilizarlos.

Continuar con las pruebas semanales al Sistema Contra Incendio y la capacitación de la brigada, ya que esto familiariza y mejora significativamente la capacidad de respuesta ante un siniestro.

Para mantener la operabilidad del Sistema, se debe realizar el mantenimiento e inspecciones periódicos a toda la red, con el fin de identificar los elementos que pudieren afectar la eficaz respuesta ante un siniestro.

Considerar aumentar el diámetro de las tuberías para poder abastecer el caudal más eficiente que demanda el nuevo sistema contra incendio.

Reemplazar el sistema de bombeo ya que no se encuentra operativo y en condiciones de abastecer a toda la planta en caso de un incendio.

Considerar reubicar los tanques de almacenamiento de GLP para que tengan la distancia mínima de separación reglamentarías.

10. Referencias

- [1] MINISTERIO DE INCLUSION SOCIAL Y ECONOMICA, Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009.
- [2] NORMA PE-SHI-018, Sistemas De Agua Contra Incendios Para Instalaciones Petroleras Resolución No. 92010, enero de 1992
- [3] MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, NFPA, Decimo séptima Edición.
- [4] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007
- [5] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 15, Norma para Sistemas Fijos Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios, Edición 2007.
- [6] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 20, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios, Edición 2007.
- [7] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios, Edición 2008.
- [8] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 58, Norma para el Almacenamiento y manejo de gases licuados de petróleo, Edición 1995.
- [9] FLUJO DE FLUIDOS EN VALVULAS ACCESORIOS Y TUBERIAS, Crane, McGRAW-HILL, 1998.
- [10] AMERICAN PETROLEUM INSTITUT, API Standard 2510, Design and Construction of LPG Installations, Edition 1996.
- [11] AMERICAN PETROLEUM INSTITUT, API 2510A, Fire-Protection Considerations for the Design and Operation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Storage Facilities, Segunda Edición 1999.