

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

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EL CITY GATE MONTEAGUDO**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN TRANSPORTE,
ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS**

MAURICIO ROMERO

Sucre - Bolivia

2023

CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Mauricio Romero

Sucre, 07 de diciembre de 2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a quienes pudieron coadyuvar en mi formación y apoyaron mis deseos de poder seguir adelante, a mi madre por no rendirse conmigo y siempre darme aliento para continuar, a mis hermanas que pese a las adversidades permanecieron a mi lado, a mi pareja que siempre me dio su apoyo y comprensión y a los docentes que me formaron, por lo que hoy soy.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por iluminar mi camino, darme valor y no dejarme caer rendido en los momentos de crisis.

También agradezco a mi madre que, pese a estar sola jamás se rindió conmigo, agradezco a mi familia por la comprensión, tolerancia y constante apoyo para lograr mis objetivos y la elaboración de la presente Monografía.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier que me transmitieron sus conocimientos en cada etapa de mi formación.

Un agradecimiento especial al personal de Redes de Gas Chuquisaca que me proporcionaron datos e información para el cumplimiento de este objetivo.

RESUMEN

En la presente monografía se hace un estudio para la implementación de un sistema contra incendios para el City Gate Monteagudo, describiendo el funcionamiento del mismo desde la llegada del gas natural su respectiva reducción de presión, filtrado y odorización para la entrega en condiciones ideales para red secundaria, se describe su ubicación y el estado del mismo, analizando las normativas legales vigentes de lucha contra incendios para los distintos tipos de sistemas de protección y las acciones a tomar de ocurrir algún tipo de incidente y/o accidente.

Se realiza un estudio detallado de los componentes de los sistemas contra incendios, la manera correcta de sus usos y aplicaciones, sus ventajas y desventajas. Tomando en cuenta el cumplimiento de las normativas correspondientes de cada sistema de protección.

Se propone la incorporación de letreros de seguridad y las acciones a tomar para prevenir accidentes tanto por el personal a cargo del City Gate, como tambien para cualquier persona externa.

Se sugiere la implementación de extintores tanto en la planta del City Gate como en la camioneta del personal para tener en mano y al alcance una forma de controlar posibles incendios.

Se determina el punto exacto dende será montado el sistema de protección contra incendios tomando en cuenta la disposición del mismo, al no tener un plano a disposición se optó por un registro fotográfico, se tomó en cuenta también el alcance que este tendrá y el área de seguridad que cubrirá, haciendo énfasis en las opciones más viables de sistemas de protección contra incendios tanto en la parte técnica desde la descripción de cada componente, su funcionamiento y su correcto uso.

En la parte económica se hizo una estimación de dos sistemas de protección contra incendios, seleccionando así el sistema de protección contra incendios más adecuado para el City Gate.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE GRAFICOS	ix
INDICE DE TABLAS	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.1 Objetivos Especificos	3
1.3 JUSTIFICACION.....	3
1.3.1 Justificacion Practica	3
1.3.2 Justificacion Teorica.....	3
1.4 METODOLOGÍA	4
1.4.1 Tecnicas De Investigacion	4
1.4.2 Instrumentos De Investigacion.....	4
CAPÍTULO II: DESARROLLO	5
2.1 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1 Marco Conceptual	5
2.1.1.1 City Gate.....	5

2.1.1.1.1 Etapa de filtracion	7
2.1.1.1.2 Etapa de calentamiento.....	8
2.1.1.1.3 Etapa de regulacion	8
2.1.1.1.4 Etapa de medicion.....	9
2.1.1.1.5 Etapa de odorizacion	9
2.1.1.2 Sistema de proteccion contra incendios	9
2.1.1.3 Principios basicos referidos al fuego.....	10
2.1.1.3.1 Combustible.....	10
2.1.1.3.2 Comburente	11
2.1.1.3.3 Energia de activacion	11
2.1.1.3.4 Reaccion en cadena	11
2.1.1.4 Normas NFPA	11
2.1.1.4.1 Normas NFPA 11.....	12
2.1.1.4.2 Normas NFPA 15.....	14
2.1.1.4.3 Normas NFPA 20	16
2.1.1.4.3.1 Bombas estacionarias.....	16
2.1.1.4.4 Normas NFPA 25.....	17
2.1.2 MARCO CONTEXTUAL	19
2.1.2.1 Descripcion de la situacion actual del City Gate Monteagudo	19
2.1.2.2 Normativa legal vigente de SPCI.....	22

2.1.2.2.1 General	22
2.1.2.2.2 Normativa de rociadores.....	22
2.1.2.2.3 Normativa de combas contra incendios abastecimiento de agua	22
2.1.2.2.4 Normativa de agua pulverizada	22
2.1.2.2.5 Normativa de extincion por espuma.....	23
2.1.2.2.6 Normativa de hidrantes	24
2.1.2.2.7 Normativa BIE'S	24
2.1.2.2.8 Normativa de extintores portatiles	24
2.1.2.2.9 Normativa por polvo quimico.....	25
2.1.2.3 Principales estrategias y SPCI	25
2.1.2.3.1 Los sistemas de extincion por rociadores y agua pulverizada	26
2.1.2.3.1.1 Funcionamiento	26
2.1.2.3.1.2 Usos	27
2.1.2.3.1.3 Componentes	27
2.1.2.3.1.4 Efectos	31
2.1.2.3.1.5 Aplicaciones	33
2.1.2.3.2 Sistemas de extincion por agua nebulizada	25
2.1.2.3.3 Sistemas por agentes extintores gaseosos	25
2.1.2.3.4 Sistemas fijos de polvo	25
2.1.2.3.5 Sistemas fijos de espumas	25

2.1.2.3.5.1 Componentes	25
2.1.2.4 Punto especifico de montaje de SPCI.....	39
2.1.2.5 Inversion para la implementacion de un SPCI.....	40
2.2 INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS.....	40
2.2.1 Especificaciones Del Equipo De Proteccion Contra Incendios Para Rociadores.....	40
2.2.1.1 Rociadores seleccionados	41
2.2.1.2 Diametros y materiales seleccionados	41
2.2.2 Especificaciones Del Equipo De Proteccion Contra Incendios Para agua nebulizada	42
2.2.2.1 Boquillas seleccionadas	42
2.2.2.2 Diametros y materiales seleccionados	42
2.3 ANALISIS Y DISCUSION	43
CAPÍTULO III: CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1	<i>Etapas de un city gate</i>	7
Figura 2	<i>Triangulo y tetraedro del fuego</i>	10
Figura 3	<i>Sistemas de espuma de aire comprimido</i>	14
Figura 4	<i>Bombas estacionarias contra incendio</i>	17
Figura 5	<i>Inspección, pruebas y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios</i> ..	18
Figura 6	<i>Ubicación geográfica del city gate monteagudo</i>	19
Figura 7	<i>City gate monteagudo</i>	20
Figura 8	<i>Fugas en el sistema de descompresión en el city gate monteagudo</i>	20
Figura 9	<i>Fugas en el sistema de odorización del city gate monteagudo</i>	21
Figura 10	<i>Tanques de agua sin unos en el city gate monteagudo</i>	21
Figura 11	<i>Letreros de seguridad y prevención</i>	26
Figura 12	<i>Boquilla de alta velocidad</i>	28
Figura 13	<i>Boquilla de baja velocidad</i>	28
Figura 14	<i>Válvula de diluvio</i>	29
Figura 15	<i>Sistema de detección de incendios, alarma</i>	31
Figura 16	<i>Formación de espuma</i>	36
Figura 17	<i>Caceta de vigilancia cgs-11 monteagudo</i>	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Agentes extintores recomendados según el tipo de fuego</i>	11
Tabla 2 <i>Tipos de rociadores</i>	41
Tabla 3 <i>Diámetros y materiales seleccionados para rociadores de agua pulverizada</i>	41
Tabla 4 <i>Boquillas seleccionadas</i>	42
Tabla 5 <i>Diámetros y materiales seleccionados para rociadores de agua nebulizada</i>	42
Tabla 6 <i>Costo de inversión para el sistema protección para rociadores</i>	43
Tabla 7 <i>Costo de inversión para el sistema protección para agua nebulizada</i>	44

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Debido a que el City Gate Monteagudo está constantemente recibiendo y despachando gas natural a altas presiones, es considerado de alto riesgo por lo que debe contar con un sistema de Lucha Contra Incendios operable y que cumpla con todas las medidas de seguridad y normativa que rige los sistemas de red contra incendios. Por tal razón se estableció una evaluación de seguridad industrial al Sistema de Lucha Contra Incendios, si este aplica y cumple con todas las medidas de seguridad y se encuentre operable ante cualquier incidente de explosión y/o conatos de incendio así también se dé continuidad al proceso.

Dolly Liz Miranda Villalba (2019) en su proyecto cuyo objetivo principal fue una evaluación de lucha contra incendios en una engarrafadora y almacenaje que está bajo custodia de YPF.

Donde en base a una evaluación de comparación de seguridad industrial al sistema de lucha contra incendios de la planta de Senkata, se obtuvo detalles de sus instalaciones y actividades, así mismo se identificó los posibles escenarios de riesgo, y se aplicó el registro comparativo de Check List en el cual detallo los equipos del sistema de protección contra incendios, tomando en cuenta si se encuentran dentro de los parámetros exigidos por las normas NFPA 101, Ley 449 de Bomberos y Ley General de Trabajo decreto 16998.

Dolly Liz Miranda Villalba (2023) en su proyecto de grado que tiene como objeto diseñar un sistema de protección contra incendios a base de espuma AFFF al 3% para la eliminación de incendios y otra a base de agua pulverizada especialmente para enfriar tanques de Jet Fuel.

Donde se usó la Norma NFPA 11 para el diseño de extinción de fuegos, la Norma NFPA 15 para el diseño del enfriamiento y el diseño hidráulico de los equipos de protección contra incendios.

1.1.1 Planteamiento Del Problema

Se propone esta monografía, al no tener ningún plan de contingencia contra incendios en el CGS Monteagudo, no se cuenta con extintores manuales, se carece de señalización y letreros de precaución como ser los de no fumar, peligro combustible inflamable es mas no se cuenta ni con un suministro de agua quedando ahí los tanques de agua vacíos y sin uso alguno.

Por otra parte las olas de calor, las quemas ilegales y chequeos que amenazan la integridad de la instalación mencionada y por las constantes intervenciones por parte de YPFB TRANSPORTE Y REDES DE GAS CHUQUISACA, donde se ventea grandes cantidades de gas hacen que surja incertidumbre en la población, además de la existencia de fugas registradas en distintas unidades del City Gate y el olor intenso que se expande alrededor de medio kilómetro pone en necesidad de tener un método de contingencia ante una posible catástrofe.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Realizar un estudio técnico para la implementación de un sistema de protección contra incendios para el City Gate Monteagudo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual del City Gate Monteagudo.
- Analizar la normativa legal vigente de protección contra incendios que se adecuen a espacios abiertos.
- Identificar las principales estrategias y sistemas de protección contra incendios que brinden mejor protección para un City Gate.
- Determinar el punto especifico donde será montado el sistema de protección contra incendios.

- Estimar la inversión a realizar para la implementación de un sistema de protección contra incendios.

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Justificación Práctica

La presente monografía se desarrolló por la necesidad de incorporar un método de contingencia contra posibles incendios en el City Gate Monteagudo.

En la actualidad contar con un equipo de contingencia contra fuegos es una necesidad indispensable, más aún en el área donde se manejan cantidades de productos inflamables en este caso el Gas Natural (GN), para si poder actuar de una manera rápida y eficiente para evitar daños sobre extendidos ya que mientras menor sea el impacto y tiempo del incendio activo, menor será el costo de reparaciones o mantenimientos posteriores al incendio.

Por otra parte, el CGS Monteagudo cuenta con dos tanques de agua de 1600 litros cada uno los cuales están en desuso, también cuenta con el espacio necesario para poder implementar el sistema de protección contra incendios los cuales pueden ser alimentados de energía eléctrica de los mismos paneles solares que están instalados en el lugar.

En este momento el CGS Monteagudo está rodeado de vasta vegetación lo cual implica un riesgo, ya que en la actualidad el municipio de Monteagudo es uno de los sectores con bastante quema ilegal poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones.

Así mismo, al incorporar este sistema de protección podemos actuar con mayor eficiencia al momento de sofocar los incendios ocasionando el menor impacto ambiental posible, por ser el Gas Natural altamente inflamable y dañino para la salud.

1.3.2 Justificación Teórica

En la presente investigación se consideró las teorías y normas respecto a protección contra incendios, también se tomó como referencia los diferentes módulos cursados de transporte de hidrocarburos, y la asignatura de seguridad industrial.

1.4 METODOLOGÍA

La presente Monografía es una investigación propositiva con un enfoque cuantitativo. (SAMPIERI, 2014)

1.4.1 Técnicas De Investigación

La información necesaria para la presente monografía fue proporcionada atreves de YPFB Redes de Gas Chuquisaca por medio de informes técnicos. Por lo cual se procedió a realizar una solicitud vía correo electrónico a la división de la UDOM por lo cual se consiguió una entrevista con la Ingeniera María Renee García Camargo que ocupa el cargo de supervisora de operaciones y mantenimiento.

Por otra parte, se obtuvo datos reales y actuales por lecturas directas y trabajos de mantenimiento y de inspección como ser inspección visual y control de fugas.

1.4.2 Instrumentos De Investigación

La información de obtuvo para su posterior análisis de:

La observación, es la primera técnica utilizada a efectuarse con el objetivo de obtener información y hacer un reconocimiento del lugar donde se aplicará el estudio.

Toma de datos y medición directa del City Gate en hojas de campo.

Registro de cómputo de los sistemas virtuales.

CAPÍTULO II: DESARROLLO

2.1 MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL)

2.1.1 Marco Conceptual

2.1.1.1 City Gate

Una estación de entrega o city gate es un punto donde el gas pasa de un sistema de transmisión principal a Gasoducto Troncal o Ramal a un sistema de distribución local Red Domiciliaria o Industrial.

El City Gate es la primera instalación de un Sistema de Distribución, es la “puerta de entrada” del gas natural a la ciudad.

La función principal del City Gate es reducir la presión del gas natural que recibe a la presión de operación del gasoducto troncal en el sistema de distribución. En este punto el gas es sometido por procesos de filtración, calentamiento, regulación, medición y odorización. El Gas Natural llega a los City Gates a una presión entre 300 psig a 1200 psig. Una vez que el gas entra a la estación, se hace pasar por un filtro, para retirar las partículas sólidas y la humedad del gas, si es necesario se calienta para evitar la formación de hidratos, seguidamente se baja la presión de operación al nivel contractual deseado que oscila entre 60 y 400 psig, pasa por la etapa de medición, para finalmente odorizarlo y entregarlo al respectivo remitente.

Otros elementos asociados a un City Gate son:

- Transmisores e indicadores de Temperatura: son utilizados para censar la presión y medir la temperatura dentro del City Gate, los cuales pueden ser digitales o análogos.

- Válvulas de seguridad: Son utilizadas para protección del sistema de medición y se ajustan a valores cercanos contra la máxima presión típica de operación, para que por encima de este valor la válvula se cierre protegiendo la red urbana.
- Trampas colectoras de líquidos y condensados: Consisten en tanques para recoger los líquidos y condensados que vienen en el gas, que posteriormente son vaciados y tirados. Estos líquidos son necesarios retirarlos para que el sistema de regulación no se dañe.
- Computadores de Flujo: Son como su nombre lo dice, computadores especializados para realizar la corrección de volumen después de la etapa de medición, que están en la capacidad de realizar cálculos matemáticos muy exactos de flujo y volumen que serán facturados al cliente.

Los City Gates o estaciones de entrega a ciudad tienen entonces varias funciones específicas, ellas son:

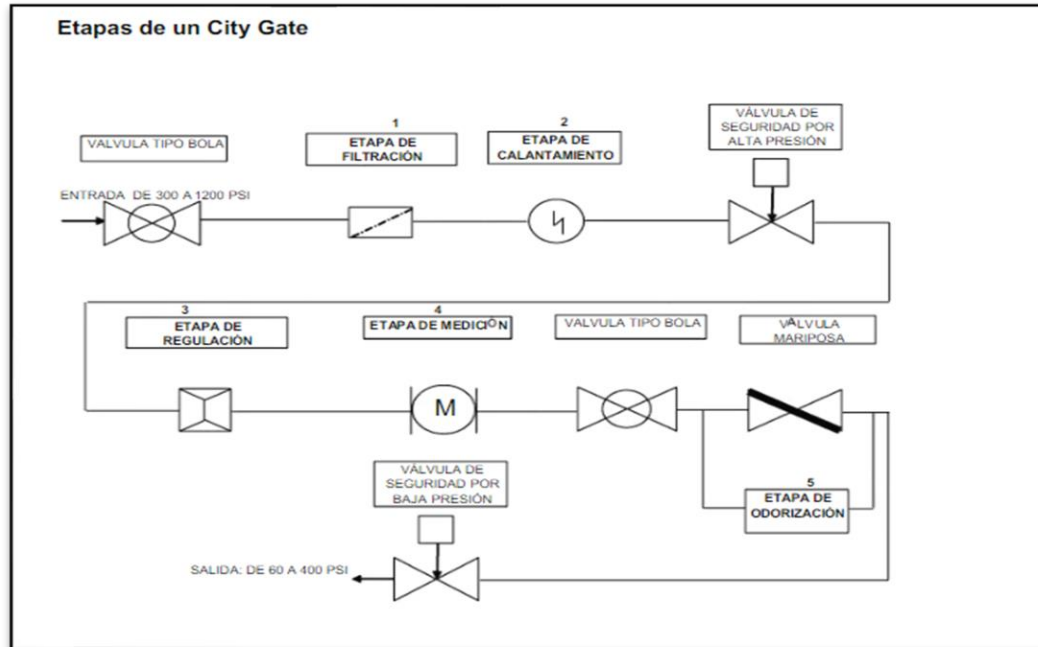
- Medir el gas que es entregado al distribuidor local
- Ajustar el flujo a las condiciones de presión y temperaturas requeridas por el distribuidor local, las cuales están reglamentadas por el Reglamento de Transporte.
- Odorizar el GN (gas natural) para que pueda ser detectado fácilmente por los distribuidores locales y/o los usuarios.

Ya en el diseño del CG encontramos cinco etapas importantes que son:

- Filtración
- Calentamiento
- Regulación
- Medición

- Odorización.

Figura 1: Etapas de un City Gate



Fuente: extraído de scrib.com

En la figura 1 se muestra la secuencia de acciones que se realizan en un City Gate.

2.1.1.1.1 Etapa De Filtración

El filtrado del gas tiene por objeto eliminar las partículas extrañas de tipo sólido o líquido, que este arrastra, debido a la presencia de contaminantes que vienen a través de la tubería tales como aceite(eventualmente), corrosión, suciedad y polvo; dichas impurezas provocan un efecto de erosión en las válvulas, reguladores y sistema de medición. Es necesario mediante esta etapa, proteger los equipos instalados dentro de la estación y demás accesorios que componen el CGS. Para evitar daños a los medidores y elementos dentro del city gate se utilizan elementos de protección como filtros secos, normalmente de cartuchos, y los filtros inercial o centrífugo; también existen los filtros del contacto con el aceite (los "limpiadores"), el precipitador electrostático y aglomeradores de atracción magnética o ultrasónica.

2.1.1.1.2 Etapa De Calentamiento

El gas natural contiene cierta cantidad de HUMEDAD y en el caso de gas rico, tiene ciertas cantidades de hidrocarburos condensables, estos dos componentes ,pueden cambiar a su fase líquida , como consecuencia de la fuerte reducción de presión que ocurrirá en las válvulas reguladoras , lo cual por el efecto Joules-Thompsom originará una importante disminución de temperatura, haciendo que estas fases líquidas se congelen dando origen a la formación de hidratos, los que se cristalizan formando hielo o una especie de “nieve” al interior de las tuberías. El método más utilizado para evitar las consecuencias del fenómeno J-T es el recalentamiento, que evita la condensación del gas ocurrida por el descenso de presión en la etapa de regulación gracias a que el gas entra a la etapa de regulación a una temperatura tal, que mantendrá la temperatura de salida dentro de unos límites permisibles para el proceso.

2.1.1.1.3 Etapa De Regulación

Es la operación más importante dentro de un City Gate, y consiste en utilización de reguladores para lograr la uniformidad de la presión de la red de suministro interno, a pesar de la variabilidad de las presiones de las redes de distribución o gasoductos. Además, debe contemplar la discontinuidad de los niveles de consumos internos. Esta operación se cumple por medio de válvulas reguladoras de funcionamiento automático. Cuando resulte impracticable la interrupción del suministro de gas se prevea la instalación de un sistema de regulación adicional de reserva (instalado en bypass). Es decir, en esta etapa se reduce la alta presión de línea que está en el gasoducto y que puede oscilar entre 1000 a 500 psi, para reducirla entre 250 o 60 psig, según las condiciones que requiera la empresa local encargada de suministrar y entregar el gas a las residencias o industrias.

2.1.1.1.4 Etapa De Medición

Se establece la necesidad de medición del consumo industrial o urbano, efectuándose la facturación del gas consumido sobre la base de la presión regulada y el régimen de consumo. La selección del instrumento de medición se establece en función de las

siguientes pautas como: consumo de gas, variabilidad del consumo interno y condiciones de presión regulada interna.

2.1.1.1.5 Etapa de odorización

Como el gas natural que alimenta a los gasoductos carece prácticamente de olor, se exige añadirle un adrizante para poder detectar su presencia con facilidad en caso de accidentes y fugas. Esta odorización se logra añadiéndole al gas, antes que llegue al consumidor, rastros de algunos compuestos orgánicos de azufre. La odorización se acostumbra para darle olor de identificación al gas, especialmente cuando el gas está libre de compuestos de azufre, los más empleados son disulfuros, tioteres compuestos anillados con enlace carbón-azufre y mercaptanos.

2.1.1.2 Sistema De Protección Contra Incendios

Los sistemas de protección contra incendios son el conjunto de equipos y medidas con los que cuenta cualquier edificación o recinto para protegerlos ante posibles incendios.

Todo sistema, elemento, medidas o equipos tanto para la detección cómo para la prevención de incendios, deben cumplir con las normativas del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI 513/2017).

En este reglamento se establecen las normas y pautas en relación al diseño, ejecución, puesta en marcha y mantenimiento de todos los sistemas de protección contra incendios.

Así como los materiales, componentes y equipos que los conforman, qué deben cumplir con lo establecido en su específica reglamentación.

2.1.1.3 Principios Básicos Referidos Al Fuego

El fuego se produce por consecuencia de un proceso químico de oxidación - reducción, en el que se liberan gran cantidad de energía y luz. El fuego se origina por la presencia de tres elementos básicos: combustible, comburente y energía de activación. A estos tres elementos se los denomina el triángulo del fuego, sin embargo, para que el fuego pueda

persistir en el tiempo es necesario que intervenga un cuarto elemento que se denomina reacción en cadena. En esta situación el triángulo se convierte en el tetraedro del fuego.

Figura 2: Triangulo y tetraedro del fuego



Fuente: Extraído de organización internacional del trabajo (OIT)

En la figura 2 se muestra los elementos necesarios para generar una llama de fuego.

2.1.1.3.1 Combustible

Es necesario que exista algún material sólido, líquido o gaseoso para que pueda producirse el incendio, por ejemplo, papel, madera, telas, gasolina, pintura, aceite, GLP, gas natural, entre otros.

2.1.1.3.2 Comburente

Para que se produzca fuego, es necesario que en el ambiente exista un comburente, en este caso el oxígeno. El aire tiene 21% de oxígeno.

2.1.1.3.3 Energía De Activación

Para que realmente se origine el incendio, es necesario que alguna fuente externa facilite el calor inicial.

2.1.1.3.4 Reacción En Cadena

Proceso que permite que la mezcla combustible, comburente y la energía de activación sigan presentes y alimenten el fuego.

Tabla 1: Agentes extintores recomendados según el tipo de fuego

	A Agua	AB Agua + Espuma Química	ABC Polvo Químico Seco	BC Dióxido de carbono	ABC Halotro on	D Polvo Químico	K Potasio
A Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO
B Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
C Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO
D Metales	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
K Grasas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI

Fuente: Extraído de organización internacional del trabajo (OIT)

En la tabla 1 se muestra los tipos de fuego y los tipos de agentes extintores que se adecuan a cada tipo.

2.1.1.4 Normas NFPA

Las normas designadas por NFPA incluyen el requisito de que los rociadores de protección contra incendios cubran todas las áreas de pasillos cerrados para reducir el riesgo de incendio.

NFPA también incluye estándares básicos como establecer un plan de escape en caso de incendio. También recomienda que los centros de datos verifiquen el equipo para asegurarse de que sea resistente a las llamas y que los centros de datos tengan sistemas de detección de humo en funcionamiento.

Se requieren tres niveles de protección en los sistemas contra incendios para proteger los centros de datos, los trabajadores y los equipos.

El primero es la protección contra incendios a nivel del edificio, que protege a los trabajadores y al edificio en sí. Los rociadores contra incendios y los extintores portátiles son los tipos más comunes de protección contra incendios a nivel de edificio.

El segundo nivel requerido de protección contra incendios es la protección contra incendios a nivel de habitación. Las medidas comunes de protección contra incendios a nivel de sala son los sistemas de acción previa y los sistemas de rociadores de tubería húmeda. Además, los sistemas de gas usan gas inerte y de agente limpio para extinguir incendios sin dañar los centros de datos como lo hacen los sistemas de rociadores de agua.

El tercer nivel requerido de protección contra incendios para proteger los centros de datos es la protección contra incendios a nivel de rack, que se ocupa de proteger equipos específicos y limitar los daños. La medida de protección contra incendios más común a nivel de habitación es implementar sistemas automáticos de extinción de incendios prediseñados. Estos sistemas detectan rápidamente incendios y los suprimen antes de que se activen los sistemas de rociadores de agua y potencia.

2.1.1.4.1 Norma NFPA 11

Esta norma está destinada para uso y orientación por parte de los responsables de diseñar, instalar, probar, inspeccionar, aprobar, listar, operar o mantener espumas fijas, semiestacionarias o portátiles de baja, media y alta expansión y aire comprimido. Sistemas de extinción de incendios para riesgos internos o externos. Nada en este estándar pretende restringir nuevas tecnologías o arreglos alternativos a menos que se reduzca el nivel de seguridad requerido por el estándar.

La espuma de aire comprimido (CAF) es un material de espuma homogéneo producido por una combinación de agua, concentrado de espuma y aire o nitrógeno bajo presión. Un método para producir espuma de aire comprimido reconocido en esta norma utilizando una cámara de mezcla para combinar aire o nitrógeno, agua y concentrado de espuma en las proporciones correctas bajo presión. La espuma de aire comprimido resultante se transporta al peligro protegido a través de tuberías o mangueras.

Sistema de espuma de aire comprimido (CAFS), un sistema que utiliza dispositivos de descarga de espuma de aire comprimido o mangueras conectadas a un sistema de tuberías a través del cual se transporta la espuma desde una cámara de mezcla. La descarga del CAFS comienza con la actuación automática de un sistema de detección o actuación manual que abre las válvulas que permiten que la espuma de aire comprimido creada en la cámara de mezcla fluya a través de un sistema de tuberías y se descargue sobre el área servida por los dispositivos de descarga o mangueras

Esta norma proporcionará los requisitos para el uso correcto de los componentes del sistema de espuma de aire comprimido. Todos los componentes se enumerarán de acuerdo con su uso previsto. Cuando las listas de ingredientes no estén disponibles, se aprobarán los ingredientes.

Se debe permitir que el suministro de agua a los sistemas de espuma de aire comprimido sea duro o blando, dulce o salado, pero de tal calidad que no produzca efectos adversos en la formación de espuma o la estabilidad de la espuma. No se incluirán inhibidores de corrosión, productos químicos que rompan la emulsión u otros aditivos sin consultar previamente con el proveedor del concentrado de espuma.

El suministro de agua será suficiente para alimentar todos los dispositivos de descarga y mangueras de espuma de aire comprimido que se permitirán usar simultáneamente durante el período especificado. Esta cantidad de agua incluirá no solo el volumen requerido para la lanza de espuma de aire comprimido, sino también el agua que se permitirá usar en otras operaciones de extinción de incendios además de los requisitos normales de la planta.

La corriente de espuma de aire comprimido contiene una combinación de elementos hidráulicos y neumáticos que deben considerarse juntos en el diseño del sistema para mantener la estructura de la burbuja de espuma hasta que la espuma se vacía en caso de peligro.

Los cálculos de flujo del sistema deben realizarse utilizando un método de cálculo para espuma de aire comprimido, dentro de las limitaciones del manual de diseño del

fabricante. Las longitudes de las tuberías de espuma de aire comprimido y las configuraciones de los accesorios y las boquillas deben cumplir con las limitaciones indicadas por el fabricante.

Figura 3: Sistemas de espuma de aire comprimido.



Fuente: Extraído de National Fire Protection Association

La figura 3 muestra el funcionamiento del sistema contra incendios en base a espumas.

2.1.1.4.2 Norma NFPA 15

Según las recomendaciones de NFPA 15, cada sistema de rociado de agua debe poseer válvulas de actuación del sistema (para abrir y cerrar el sistema) para controlar el flujo de agua. Se requieren válvulas de actuación tanto para el funcionamiento manual como para el automático.

En un sistema manual, estas válvulas de actuación deben estar presentes en los puntos de acceso, fáciles de identificar en caso de emergencia. Además de las ubicaciones de estas válvulas, NFPA 15 cubre todos los requisitos para los tipos de válvulas. Las válvulas de actuación del sistema que se requieren para los sistemas automáticos se conocen como válvulas de diluvio. NFPA 15 asegura que estas válvulas estén debidamente reguladas hidráulica, eléctrica o mecánicamente para rociar agua cuando sea necesario.

Instrucciones para la inspección y el mantenimiento adecuados del sistema de rociado de agua fijo

Además del diseño y la instalación adecuados de los sistemas de rociado de agua fijos, NFPA 15 garantiza el mantenimiento y la inspección adecuados del sistema para evitar el peligro de incendio.

Se asegura:

- Suministro de agua adecuado
- Inspección y limpieza anual de boquillas y filtros
- Limpieza y calibración adecuadas de valores y detectores

La NFPA 15 abarca una amplia gama de temas relacionados con los sistemas de rociadores, incluyendo:

- Componentes como tuberías, válvulas, rociadores, alarmas y más
- Requisitos de instalación y unión de tuberías
- Objetivos y tipos de diseño
- Planos, cálculos hidráulicos y suministro de agua
- Requisitos para la aceptación y pruebas del sistema
- Inspección, mantenimiento y pruebas periódicas
- Sistemas de rociadores de ultra alta velocidad

2.1.1.4.3 Norma NFPA 20

La norma NFPA 20 define los requisitos de instalación de las bombas fijas para la protección contra incendio.

El ámbito de aplicación de este documento incluye la selección de bombas contra incendios, la instalación, las pruebas de aceptación y el funcionamiento, con el fin de garantizar que los sistemas funcionarán según lo previsto para suministrar agua adecuada y fiable en una emergencia de incendio.

2.1.1.4.3.1. Bombas Estacionarias Contra Incendio

Las bombas estacionarias contra incendio son componentes críticos y esenciales de muchos sistemas de protección contra el fuego. Estas se encargan de proporcionar el caudal de agua y la presión necesaria para el sistema.

El mantenimiento adecuado de estas bombas es necesario para satisfacer los códigos de protección contra incendios y cumplir los estándares y normas de seguridad para salvaguardar la vida y proteger los bienes.

Independientemente del número de bombas de un sistema de protección contra incendios, toda empresa debe consultar las normas de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) para obtener orientación sobre cómo inspeccionar, probar y mantener correctamente sus sistemas contra el fuego.

Figura 4: Bombas estacionarias contra incendio



Fuente: Extraído de National Fire Protection Association.

la figura 4 muestra un sistema de bombas estacionarias de lucha contra incendios las cuales son utilizadas para aumentar la presión de salida del agua.

2.1.1.4.4 Norma NFPA 25

La Norma NFPA 25 hace referencia a la inspección, comprobación y manutención de sistemas hidráulicos de protección contra incendios.

Establece los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimiento periódico de sistemas de protección contra incendios a base de agua, en tierra firme y marítimas. Su objetivo es evitar o minimizar las fallas de funcionamiento por el deterioro de las instalaciones. Esta Norma indica que el propietario es responsable del correcto funcionamiento de las instalaciones de seguridad contra incendios. Solo una empresa habilitada podrá realizar su mantenimiento.

Se deberán inspeccionar visualmente, con una frecuencia establecida en cada caso, los componentes de los sistemas de extinción. Se probarán todos los componentes y sistemas, para verificar que funcionan según lo previsto.

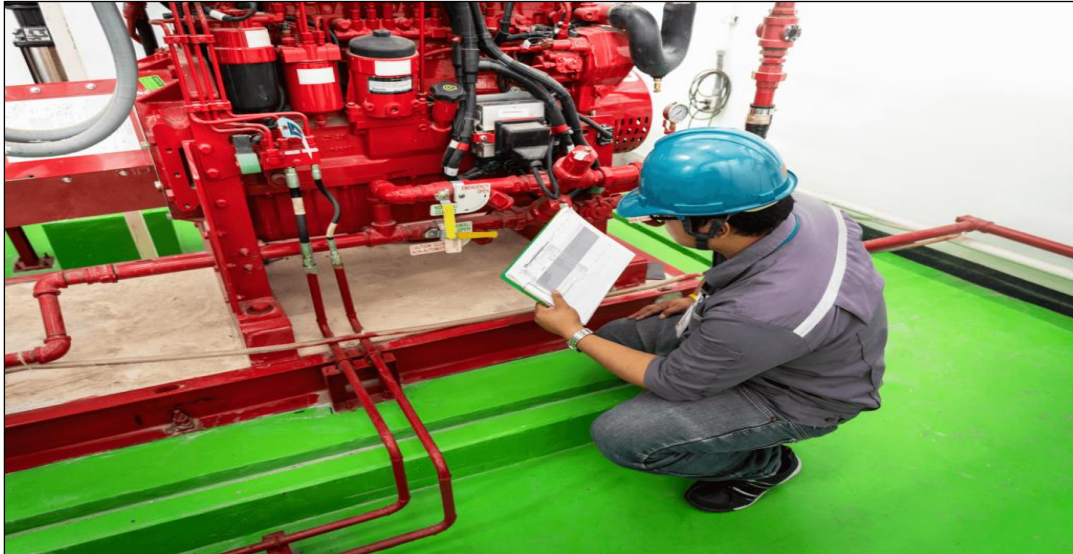
Es obligatorio realizar mantenimientos preventivos con una frecuencia establecida. De cada una de estas operaciones se deberán llevar los registros en planillas normalizadas, que permitan controlar la evolución y desempeño de la instalación en el tiempo.

La Norma NFPA 25 analiza en detalle todos los sistemas de extinción:

- Sistemas de rociadores
- Sistema de columnas y mangueras
- Tuberías de servicios privados de incendio
- Bombas de incendio
- Tanques de almacenamiento de agua

- Sistemas fijos de pulverización de agua
- Sistemas de rociadores de agua de espuma y agua

Figura 5: Inspección, pruebas y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios



Fuente: Extraído de National Fire Protection Association

En la figura 5 se muestra como el personal designado realiza la inspección correspondiente a los equipos de protección contra incendios.

2.1.2 Marco Contextual

2.1.2.1 Describir La Situación Actual Del City Gate Monteagudo.

El City Gate-11 Monteagudo se encuentra ubicado a 10 minutos de la ciudad de Monteagudo.

Figura 6: Ubicación geográfica del City Gate Monteagudo



Fuente: Extraído de YPFB – CORPORACION

La figura 6 muestra la ubicación geográfica del City Gate Monteagudo

En la actualidad el City Gate Monteagudo al igual que muchos otros no cuenta con las medidas de seguridad necesarias, carece de letreros de seguridad y extintores.

Figura 7: City Gate Monteagudo

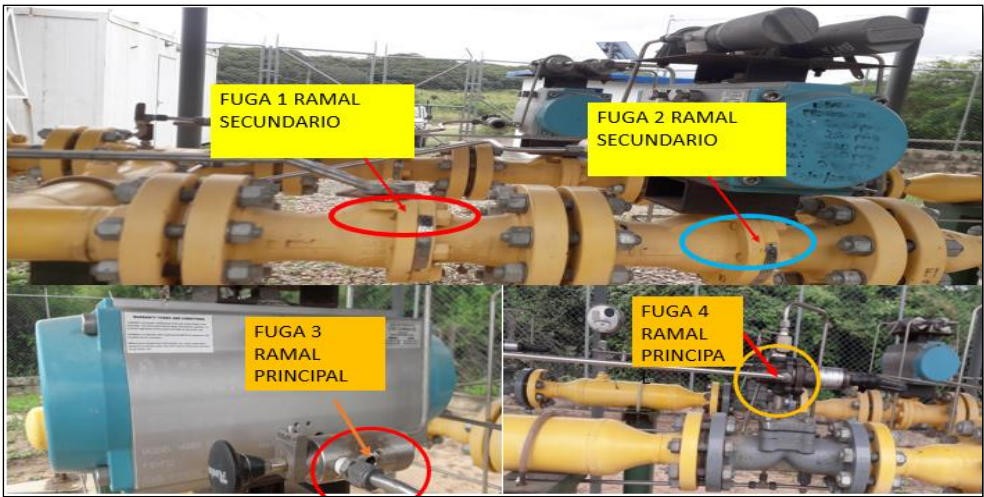


Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se muestra claramente que el City Gate no cuenta con los letreros de seguridad en la entrada a la instalación.

El city gate Monteagudo lleva presente fugas en distintas unidades de la instalación como ser en el sistema de odorización, en el filtro de residuos sólidos y líquidos, en las conexiones roscadas del ramal secundario, en los tubings de los reguladores de presión.

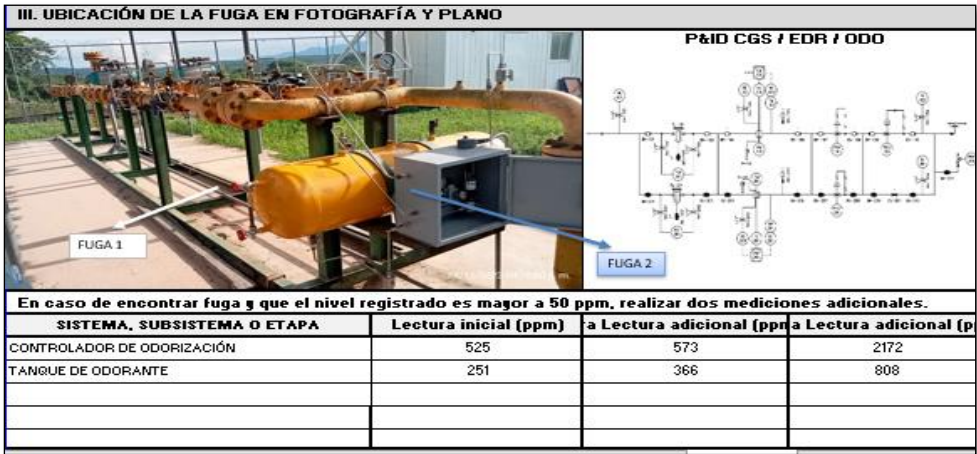
Figura 8: Fugas en el sistema de descompresión en el City Gate Monteagudo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra las fugas encontradas en el City Gate en el sistema de descompresión del gas natural.

Figura 9: Fugas en el sistema de odorización del City Gate Monteagudo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestra las fugas existentes en el sistema de odorización correspondiente al City Gate Monteagudo.

El City Gate-11 no cuenta con un suministro de agua y tampoco de extintores los cuales son indispensables en este tipo de instalaciones.

Figura 10: tanques de agua sin unos en el City Gate Monteagudo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se muestra los tanques en desuso con los que dispone el City Gate Monteagudo.

2.1.2.2 Normativa legal vigente de SPCI

2.1.2.2.1 General

La normativa general de lucha contra incendios es la siguiente:

- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales RD 2267/2004.
- Código Técnico de la Edificación.
- UNE EN 1473 Instalaciones y equipos para gas natural diseño de las instalaciones terrestres.
- NFPA 59A Norma para la producción, almacenamiento y manipulación de GNL.

2.1.2.2.2 Normativa De Rociadores

Las normativas que se utilizan para los rociadores son las siguientes:

- UNE EN 12845 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- NFPA 13 Standard for the installation of sprinklers

2.1.2.2.3 Normativa de Bombas Contra Incendios Abastecimiento De Agua

Las normativas que se utilizan para bombas son las siguientes:

- UNE 23.500 Sistemas de Abastecimiento de agua contra incendios
- NFPA 20 Installation of centrifugal pumps.

2.1.2.2.4 Normativa Agua Pulverizada

Las normativas que se utilizan para agua pulverizada son las siguientes:

- UNE 23.501-1988 Sistemas fijos agua pulverizada. Generalidades.
- UNE 23.502-1986 Sistemas fijos agua pulverizada. Componentes.
- UNE 23.503-1989 Sistemas fijos agua pulverizada. Diseño e instalación.
- UNE 23.504-1986 Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos de recepción.
- UNE 23.505-1986 Sistemas fijos de agua pulverizada. Ensayos periódicos y mantenimiento.
- UNE 23.506-1989 Sistemas fijos agua pulverizada. Planos y cálculos hidráulicos.
- UNE 23.507-1989 Sistemas fijos agua pulverizada. Detección automática.
- NFPA 15 Water spray fixed systems.

2.1.2.2.5 Normativa de Extinción Por Espuma

Las normativas que se utilizan para espumas son las siguientes:

- UNE 23.521 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Generalidades.
- UNE 23.522. Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas fijos para protección de riesgos interiores.
- UNE 23.523-1984 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Tanques de almacenamiento de combustibles líquidos.
- UNE 23.524.1983 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. sistemas fijos para protección de riesgos exteriores. Espuma pulverizada.
- UNE 23.525.1983 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Sistemas para protección de riesgos exteriores. Monitores lanza y torres de espuma.
- UNE 23.526-1984 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Recepción y mantenimiento.
- UNE 23.533-1983 Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. Riesgos interiores.
- UNE-EN 13565.1-2005 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas espumantes. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo de los componentes.
- NFPA 11 Low Expansion foam.
- NFPA 11 A Medium and High expansion foam systems.

2.1.2.2.6 Normativa De Hidrantes

- UNE-EN 14384-2006 Hidrantes de columna.

2.1.2.2.7 Normativa BIE'S

Las normativas que se utilizan para bocas de incendios equipadas son las siguientes:

- UNE-EN 671-1 Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.

- UNE-EN 671-2 Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.

2.1.2.2.8 Normativa Extintores Portátiles

Las normativas que se utilizan para extintores son las siguientes:

- Los UNE 23.110/1.1975. Lucha contra incendios. Extintores portátiles de incendios.
- UNE 23.110/1.1990. Lucha contra incendios. 1ª Modificación Extintores portátiles de incendios. Parte 1. Designación, eficacia; hogares tipo para fuegos de clase A y B.
- UNE 23.110/2.1980. Extintores portátiles de incendios.
- UNE 23.110/3.1986. Extintores portátiles de incendios. Parte 3.
- UNE 23.110/4.1984. Extintores portátiles de incendios. Parte 4. Cargas y hogares mínimos exigibles.
- UNE 23.110/5.1985. Extintores portátiles de incendios. Parte 5. Especificaciones y ensayos complementarios.
- UNE 23.110/6. Extintores portátiles de incendios. Parte 6. Procedimiento para la evaluación de la conformidad de los extintores portátiles con la norma EN 3, partes 1 a 5.

2.1.2.2.9 Normativa Extinción Por Polvo Químico

Las normativas que se utilizan para polvos químicos son las siguientes:

- Los UNE EN-12416-1:2001 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 1: Especificaciones y métodos de ensayo para los componentes.
- UNE EN-12416-2:2001 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo. Parte 2: Diseño, construcción y mantenimiento.

2.1.2.3 Principales estrategias y SPCI

Al no contar el City Gate con personal de vigilancia permanente, equipos extintores de incendio (manuales o rodantes), deberán llevarse como elementos de seguridad en los vehículos del personal que tenga a su cargo la atención y mantenimiento de la estación reductora o cuando se realicen reparaciones, obras, etc., los cuales serán ubicados en el interior del City Gate y próximo a la zona de trabajo.

El tipo de extintor a utilizar será de polvo químico tipo ABC, con capacidad mínima de 10 kg.

En la puerta de acceso para personal de YPFB se colocará un cartel con la leyenda “PROHIBIDO FUMAR”, "PELIGRO GAS", “APAGUE EL MOTOR” y teléfonos de emergencia para personas externas que podrían presenciar algún acontecimiento e informar la emergencia.

Figura 11: Letreros de seguridad y prevención



Fuente: Extraído de YPFB CORPORACION

La figura 11 muestra los letreros de seguridad con los que se debe contar en el City Gate Monteagudo.

2.1.2.3.1 Los sistemas de extinción por rociadores y agua pulverizada

Son sistemas que usan el agua proyectada por toberas según patrones de descarga, tamaño de partículas, velocidad de las gotas y densidades predeterminadas para lograr el control de un incendio, su extinción, prevención o protección a la exposición.

2.1.2.3.1.1. Funcionamiento

El riesgo o riesgos los tenemos protegidos mediante agua que la hacemos llegar desde el abastecimiento de agua y equipo de bombeo hasta las boquillas de descarga mediante una red de tuberías. El agua es retenida en la red gracias a la Válvula de Control del Sistema. La cual debe abrirse automáticamente gracias a la orden recibida por el Sistema de Detección. Además, cuando esta Válvula de Control se dispare o tenga problemas el sistema se debe dar la alarma. Después de la abertura de la Válvula de Control el agua fluye por toda la red de tuberías hasta que salga proyectada sobre el riesgo en forma pulverizada a través de las boquillas.

2.1.2.3.1.2. Usos

- Líquidos y gases inflamables (bombas y tuberías).
- Equipos eléctricos (transformadores, motores, cables).
- Combustibles ordinarios (papel, madera, textiles).
- Sólidos peligrosos (explosivos).

2.1.2.3.1.3. Componentes

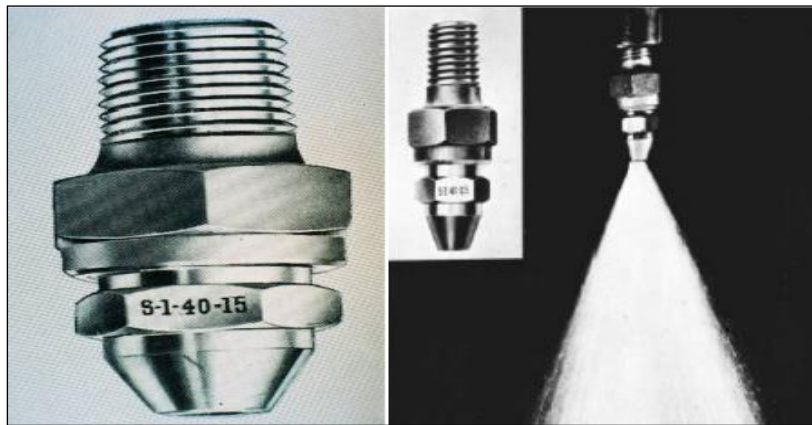
- Toberas/boquillas/dispositivos de descarga: existen tres tipos:
- Monitores. La boquilla del monitor genera ese efecto de descarga.

- Mangueras de triple efecto. La boquilla de la manguera genera ese efecto de descarga, el cual lo utilizan los bomberos para acercarse a los incendios evitando el calor por Radiación.
- Boquillas. Elementos de descarga que provocan una descarga fija de agua en forma pulverizada.

Se puede distinguir dos tipos de boquillas, cuyas características son:

Boquilla de alta velocidad: rompen el chorro internamente, producen gotas en su mayoría medianas, se usan principalmente para extinción, tienen un ángulo de pulverización pequeño (apertura del paraguas que forma el agua al salir) y tienen mayor alcance.

Figura 12: Boquilla de alta velocidad

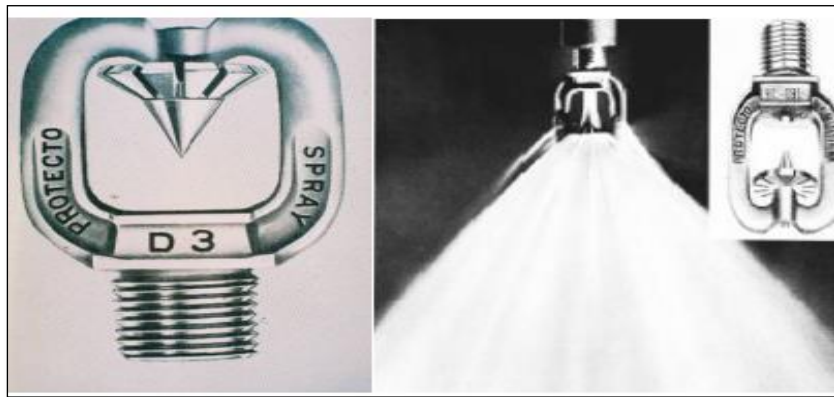


Fuente: Extraído de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

La figura 12 muestra el tipo de chorro que se genera por una boquilla de alta velocidad.

Boquilla de baja velocidad: rompen el chorro externamente, producen gotas en su mayoría pequeñas, se usan principalmente para enfriamiento, tienen un ángulo de pulverización grande y un alcance relativamente limitado.

Figura 13: Boquilla de baja velocidad



Fuente: Extraído de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

La figura 13 muestra el tipo de chorro que se genera por una boquilla de baja velocidad.

- Válvulas de control del sistema

Válvula de diluvio: de activación automática o manual, constan de manómetro, alarma, drenaje... Son axiales, de regulación hidráulica. Su principal ventaja es la reducción del golpe de ariete ya que la abertura de la válvula se realiza de una manera suave.

Figura 14: Válvula de diluvio



Fuente: Extraído de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

La figura 14 muestra una válvula de diluvio donde se muestra los diferentes manómetros que lleva consigo y la alarma de drenaje.

De clapeta oscilante:

- De rearme interior.
- De rearme exterior.

La apertura del sistema depende de una clapeta y un trinquete que la mantiene cerrada. Un gran inconveniente es que una vez abiertas, si el sistema sigue funcionando, la válvula no se puede cerrar automáticamente y es necesario cortar la línea mediante una válvula de corte y rearmar la válvula de clapeta. Además, tienen problemas con el golpe de ariete en la instalación.

La clapeta permanece cerrada gracias a la presión del agua. Para poder abrirlas es necesario disminuir esa presión y para ello es necesario desalojar el agua, lo cual se hará de distintas maneras, de ahí, sus distintos sistemas de activación (eléctrico, hidráulico, neumático y manual)

- Tuberías
 - Materiales según NFPA 15:
 - De acero galvanizado.
 - ASTM A53, A135, A795.
 - Con o sin costura.
 - GE GAP incluye API 5L.
 - Materiales según la norma UNE 23-502-86

- Tuberías de acero soldada y sin soldadura para uso general, galvanizadas y que soporten una presión mínima de trabajo alrededor de 12 bar.

- Soporte y apoyos

Son de materiales de acero o hierro, serán galvanizados cuando estén a la intemperie o adecuadamente recubiertos según las condiciones corrosivas del sitio.

- Filtros

Necesarios si el orificio de las boquillas es inferior a 3mm. Tienen la capacidad de remover partículas iguales o mayores de 1/8 pulgadas (3,2 mm). Trabajan en continuo.

- Conexión de limpieza
- Sistema de detección de incendios, las alarmas

En sistemas automáticamente controlados se requiere una alarma independiente del flujo de agua para indicar la operación del sistema de detección. Pueden ser detectores de incendio de distintos tipos: ópticos, de llamas, térmicos, termovelocimétricos, de gases inflamables, cables térmicos, haz de láser, etc. Conectados a una central eléctrica para recoger el estado y dar las órdenes a los sistemas de disparo de la válvula de control del sistema. En zonas ATEX (atmósferas explosivas), necesitamos que los equipos sean antideflagrantes y la instalación deberá ser realizada para evitar explosiones o incendios, lo que implica un elevado coste de la instalación. Este sistema de detección está asociado a una electroválvula como sistema de disparo/accionamiento de la Válvula de Control del sistema.

Figura 15: Sistema de detección de incendios, alarma



Fuente: Extraído de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la figura 15 se muestra una alarma de detección para zonas explosivas.

2.1.2.3.1.4. Efectos

Para saber que efectos tiene el Agua Pulverizada hay que tener en cuenta:

- El agua es capaz de absorber unas 650 kcal al transformarse en vapor 1 litro de agua que está alrededor de 20°C.
- La forma en la que se proyecta el agua: cono o paraguas. Al ser pulverizada, la capacidad de evaporarse es mayor que si fuese proyectada a chorro, o con rociadores convencionales de modo control, etc.

Refrigeración: Proyectando agua sobre ciertos equipos, elementos, etc, la temperatura a la que se están sometiendo en un incendio se disminuye considerablemente. Usado especialmente para proteger equipos (trafos, cintas transportadoras, etc), estructuras, tanque de almacenamiento de combustibles etc.

Dilución de los vapores combustibles: Gracias a las finas gotas y al elevado calor generado, el agua se evapora rápidamente y se genera vapor en gran cantidad. El cual se mezcla con los vapores reduciendo la concentración de la mezcla comburente-vapor combustible. Este efecto se produce solamente en líquidos miscibles en agua.

Sofocación: El vapor de agua desplaza el aire y por lo tanto el oxígeno que sirve de comburente al incendio, y de esta manera se "controla el incendio". Este método NO es válido para materiales que puedan producir oxígeno en presencia de agua.

Enfriamiento: Al ser proyectada el agua sobre el incendio en sí mismo, gracias al evaporarse el agua esta absorbe calor del elemento combustible lo que provoca una reducción de los vapores combustibles generados. No apto este método para líquidos con un punto de inflamación menor de 60°C.

Emulsificación: Este efecto se produce cuando los vapores combustibles son decantados gracias al contacto de esos vapores con el agua pulverizada. Esto es usado solamente para líquidos no miscibles en agua.

2.1.2.3.1.5. Aplicaciones

Los sistemas de agua pulverizada se pueden usar para:

- Enfriamiento.
- Sofocación (por acción de su vapor).
- Prevenir la rotura catastrófica de recipientes de proceso.
- Evitar el colapso de apoyos de equipos u otros elementos estructurales.
- Evitar daños a equipos como bombas, compresores, etc.

Los sistemas diseñados para extinción, control del fuego o protección contra exposición, pueden dispersar vapores o gases inflamables para prevenir incendios o explosiones.

Se aplica en mayor o menor medida para fuego de:

- Clase A: Fuegos de materiales sólidos, principalmente de tipo orgánico. La combustión se realiza produciendo brasas. Madera, papel, cartón, tejidos.
- Clase B: Fuegos de líquidos o de sólidos que con calor pasan a estado líquido. Alquitrán, gasolina, aceites, grasas.
- Clase C: Fuegos de gases. Acetileno, butano, propano, gas ciudad... - Para fuegos eléctricos (Guardando las distancias de seguridad).
- NO APTO para fuegos de Clase D (metales y productos químicos reactivos).

2.1.2.3.2 Los sistemas de extinción por agua nebulizada

Los sistemas de extinción por agua nebulizada disponen de un sistema de suministro de agua (sistema de botellas o sistema de bombas), mediante una red de tuberías, y equipados con una o más boquillas capaces de dispersar agua nebulizada. Mediante la división de las gotas de agua se consigue aumentar la superficie de intercambio de calor facilitando la extinción de un incendio, reduciendo los daños que se pudieran ocasionar en los equipos por el efecto del agua.

Un sistema de agua Nebulizada es un sistema de protección contra incendios que utiliza partículas muy pequeñas de agua (agua nebulizada). Las pequeñas gotas permiten que el agua nebulizada controle, sofoque y suprima incendios mediante:

- el enfriamiento tanto de la llama como de los gases generados en la combustión
- el desplazamiento de oxígeno por evaporación
- la atenuación del calor radiante con las mismas pequeñas gotas

La eficacia de un sistema de agua nebulizada en la supresión de incendios depende de las características de la niebla generada, entre las que se incluyen la distribución del tamaño

de las pequeñas gotas de agua, la densidad de descarga y la dinámica de nebulización, con respecto a la situación en la que se produce el incendio, como por ejemplo el blindaje de combustibles, el tamaño del incendio y las condiciones de ventilación.

El uso de protección contra incendios mediante agua nebulizada, comparado con el de sistemas de agentes gaseosos y rociadores tradicionales, ha demostrado poseer ventajas tales como:

- Activación inmediata
- Gran eficacia de protección contra una gran variedad de incendios
- Minimización de daños causados por el agua
- Características respetuosas con el medio ambiente
- Ausencia de problemas de toxicidad.

2.1.2.3.3 Los sistemas por agentes extintores gaseosos

Los sistemas por agentes extintores gaseosos están compuestos, como mínimo, por los siguientes elementos: Los dispositivos de accionamiento, son por medio de sistemas de detección automática, apropiados para la instalación y el riesgo, o mediante accionamiento manual, en lugar accesible. Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal. Además, el mecanismo de disparo incluirá un retardo en su acción y un sistema de prealarma, de forma que permita la evacuación de dichos ocupantes antes de la descarga del agente extintor. Instalación que detecta y alerta de un incendio y activa automáticamente un sistema de extinción.

2.1.2.3.4 Los sistemas fijos de polvo.

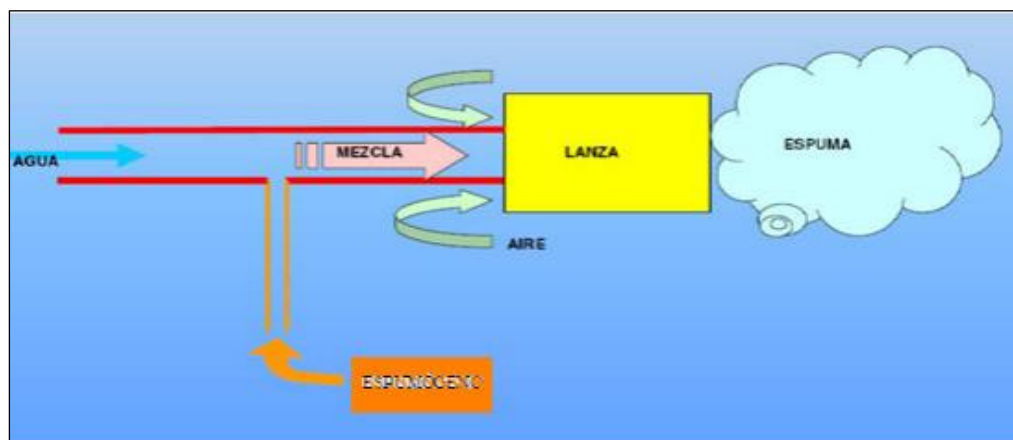
está compuesto por un depósito, en el que está el agente extintor, un gas impulsor que hace posible la propulsión del polvo y un conjunto de tuberías y boquillas difusoras que proyectan el polvo a la dependencia a proteger. Además, disponen de un sistema de

detección y extinción de incendios, que es el que realiza el disparo del agente extintor, pudiendo tener un mecanismo de disparo manual. El tipo de polvo a utilizar en un sistema de extinción por polvo, deberá determinarse según la clase de fuego previsible y su idoneidad al mismo. Sí en un mismo local fuese precisa junto con esta instalación, la de extintores de espuma, la clase de polvo a utilizar en la primera deberá ser compatible con la espuma. En todo caso, la clase de polvo adoptada deberá figurar claramente indicada, al menos en los depósitos.

2.1.2.3.5 Los sistemas fijos de espuma.

La espuma es un agregado estable de pequeñas burbujas de pequeño tamaño con una densidad inferior a la del agua o el aceite. Se difunde sobre la superficie creando una manta que sella los vapores impidiendo su contacto con el aire. Resiste el ataque del viento, el calor y las llamas, permitiendo un sellado continuo en caso de rupturas de la manta de espuma. La espuma está formada por tres componentes: agua, espumógeno y aire. El espumógeno es un producto concentrado tal y como se suministra por el fabricante. El agua se mezcla con el espumógeno en el proporcionador dando lugar al espumante, el cual se mezclará con aire en el mezclador formándose finalmente la espuma.

Figura 16: Formación de espuma



Fuente: Extraído de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la figura 16 se muestra cómo se genera la espuma mezclando agua, espumógeno y aire comprimido.

2.1.2.3.5.1. Componentes

El sistema de espuma consta de:

- Suministro de agua y espumógeno.
- Proporcionador: equipo encargado de mezclar en las concentraciones deseadas el agua y el espumógeno, inyectando la cantidad adecuada de espumógeno. Han de suministrar la cantidad precisa, ya que si el porcentaje es menor al de diseño disminuye el tiempo de drenaje, las burbujas rompen antes, menor resistencia al calor, puede no apagar el fuego o, si por el contrario el porcentaje suministrado es mayor, la espuma es más rígida, mayor consumo de espumógeno, menor tiempo de reserva.

Existen diversos tipos:

Premezcla: Se almacenan en el mismo tanque cantidades predeterminadas de espumógeno y agua. La presión para la descarga puede ser:

- Tanque presurizado con un gas inerte.
- Bomba aspirando del tanque.

Solo se puede usar para instalaciones pequeñas, es el más sencillo.

Inconvenientes:

- Limitado tamaño de las instalaciones.
- No sirve para todos los espumógenos.
- La duración de la mezcla en el tanque es desconocida.

Venturi: El agua procedente de la red general de PCI, pasa a través del proporcionador imprimiéndole una mayor velocidad debido al efecto Venturi que se produce en el proporcionador. La aceleración del agua produce una depresión que a su vez se traduce en presión de aspiración para el líquido espumógeno.

El espumógeno que asciende por la línea de aspiración se mezcla con el agua procedente de la red en el mismo proporcionador, produciéndose de esta forma la mezcla espumante que más tarde, con la adición de aire, se transforma en espuma.

Las conexiones de estos proporcionadores a la línea de agua son mediante bridas DIN PN-10, o bien por bridas ANSI 150 lbs. La construcción es en bronce para el cuerpo y las válvulas, y el resto de accesorios son de acero. El porcentaje de mezcla en este tipo de proporcionadores es de 3%, su presión de trabajo es recomendable que se encuentre entre 7 y 10 bar.

En línea: Este proporcionador se usa cuando hay poca presión y existen pocos riesgos.

Tanque a presión sin membrana: Consiste en un depósito presurizado lleno de espumógeno sobre el que se sitúa un proporcionador. El agua a presión pasa por el proporcionador realizando dos caminos. Parte del agua entra en el depósito para mezclarse con el espumógeno que está en el depósito y la otra parte de agua atraviesa el proporcionador y por efecto Venturi extrae la mezcla del espumógeno y agua que en ese momento está en el depósito.

Tanque de membrana: Se trata de un sistema compuesto por un depósito el cual posee en su interior una membrana llena de espumógeno. Para completar el sistema tenemos un proporcionador. El funcionamiento es el siguiente, el agua a presión entra en el proporcionador y una parte se dirige al depósito donde el agua presiona a la membrana provocando la expulsión del espumógeno. La otra parte de agua atraviesa el proporcionador y por efecto Venturi absorbe el espumógeno que ha salido de la membrana.

Sistema de bombeo: Este sistema es más complejo y está compuesto por los siguientes elementos: o Depósito de espumógeno. o Bombas para la impulsión del espumógeno. o Controlador de las bombas. o Proporcionador. o Sondas de presión. o Manómetros. o Válvulas de bypass. Se hacen mediciones de presión tanto en la línea del suministro de agua como en la línea de suministro de espumógeno y en función de la demanda, suministra más o menos caudal de espumógeno y además el espumógeno sobrante el sistema lo devuelve al depósito.

2.1.2.4 Punto específico de montaje de SPCI.

Haciendo una inspección del terreno donde está instalado el City Gate Monteagudo se determinó que el sistema de protección contra incendios será montado en el lugar de la caceta de vigilancia ya que esta instalación está ubicada en la entrada al City Gate y desde ella se puede acceder con mayor facilidad a cada uno de los equipos (City Gate, paneles solares, caceta de control digital).

Figura 17: Caceta de vigilancia CGS-11 Monteagudo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se muestra el lugar idóneo para montar el sistema de protección contra incendios para el City Gate.

2.1.2.5 Inversión para la implementación de un SPC.

Realizando el estudio económico de las dos opciones más viables se determinó que los costos de implementación del sistema de protección con agua nebulizada para el caso de estudio correspondiente al City Gate corresponden a la suma \$ 142663,96 este valor es superior a los costos de implementar un sistema de rociadores que corresponden a \$91748,8875.

2.2 INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

2.2.1 Especificaciones Del Equipo De Protección Contra Incendio Para Rociadores

Teniendo en cuenta los requerimientos de caudal y de presión para el sistema de protección contra incendio calculamos la potencia del equipo necesario instalar en El City Gate utilizando la formula:

$$p=\rho*Q*g*H$$

Donde:

ρ =densidad del agua (kg/m³)

p= presión (KW)

Q=caudal (m³/s)

H=altura total (m)

$$p=1000kg/m^3 * 0.0315m^3/s * 9.81m/s^2 * 98m$$

$$p=30283 KW \approx 40 hp$$

2.2.1.1 Rociadores Seleccionados

Teniendo en cuenta el diseño y los requerimientos del City Gate se seleccionaron dos tipos de rociadores.

Tabla 2: Tipos de rociadores

TIPO DE ROCIADOR	K	TIPO DE RESPUESTA	RANGO DE TEMPERATURA	CAUDAL POR ROCIADOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN
PENDENT	5.6	RÁPIDA	57-77 ° C	20.42 gpm	13.3 psi
RIGHT	5.6	RÁPIDA	57-77 ° C	20.42 gpm	13.3 psi

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la tabla 2 se nos muestra las especificaciones de los rociadores seleccionados como ser el rango de temperatura, caudal y presión de operación.

2.2.1.2 Diámetros Y Materiales Seleccionados

Teniendo en cuenta los requerimientos de diseño se seleccionaron los siguientes materiales y diámetros para abastecer el sistema de protección contra incendio.

Tabla 3: Diámetros y materiales seleccionados para rociadores

DIÁMETRO (PULGADAS)	MATERIAL ESPECIFICADO	CALIBRE	TIPO DE ACOPLAMIENTO
1	ACERO CARBÓN	SCH40	ROSCADO
1 1/4	ACERO CARBÓN	SCH40	ROSCADO
1 1/2	ACERO CARBÓN	SCH40	ROSCADO
2	ACERO CARBÓN	SCH10	RANURADO
2 1/2	ACERO CARBÓN	SCH10	RANURADO
3	ACERO CARBÓN	SCH10	RANURADO
4	ACERO CARBÓN	SCH10	RANURADO
6	ACERO CARBÓN	SCH10	RANURADO

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la tabla 3 se muestra los diámetros, el material y tipo de acoplamiento para rociadores.

2.2.2 Especificaciones Del Equipo De Protección Contra Incendio Para Agua Nebulizada

Teniendo en cuenta los requerimientos de caudal y de presión para el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada la potencia requerida es de 22.15 KW.

2.2.2.1 Boquillas Seleccionadas

Teniendo en cuenta el diseño y los requerimientos de instalación en el hotel el campin se seleccionaron dos tipos de boquillas.

Tabla 4: Boquillas seleccionadas

TIPO DE BOQUILLA	K	TIPO DE RESPUESTA	RANGO DE TEMPERATURA	CAUDAL POR BOQUILLA	PRESIÓN DE OPERACIÓN
1N-1MC-6MC 10RA	2.5	rápida	57 ° C	26 lpm	110 bar
C-20-57C/0	4.1	rápida	57 ° C	36.67 lpm	80 bar

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la tabla 4 se muestra las especificaciones de las boquillas seleccionados como ser el rango de temperatura, caudal y presión de operación.

2.2.2.2 Diámetros Y Materiales Seleccionados

Teniendo en cuenta los requerimientos de diseño se seleccionaron los siguientes materiales y diámetros para abastecer el sistema de protección contra incendio con agua nebulizada.

Tabla 5: Diámetros y materiales seleccionados para rociadores de agua nebulizada

DIÁMETRO (MILÍMETROS)	MATERIAL ESPECIFICADO	CALIBRE	TIPO DE ACOPLAMIENTO
38 mm	Acero inoxidable	3 mm	Ranurado
30 mm	Acero inoxidable	2,5 mm	Ranurado
16 mm	Acero inoxidable	1,5 mm	Ranurado
12 mm	Acero inoxidable	1,2 mm	Ranurado

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

En la tabla 5 se muestra los diámetros, el material y tipo de acoplamiento para rociadores.

2.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de esta monografía identifican los sistemas de protección contra incendios más adecuados para un City Gate tanto en la parte técnica como en la parte económica.

Los cuales fueron Equipo De Protección Contra Incendio Para Rociadores y Equipo De Protección Contra Incendio Para Agua Nebulizada.

Se logro identificar el espacio más adecuado para el montado del sistema contra incendios, así como la selección de los diferentes diámetros y materiales de cada accesorio.

Realizando el estudio económico de los dos sistemas de protección se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6: Costo de inversión para el sistema Protección Contra Incendio Para Rociadores

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDAD (ml)	VR. UNITARIO (\$US)	VR. TOTAL (\$US)
1	REDES GENERALES CONTRA INCENDIO ROCIADORES	-	-	-	-	13435,5093
2	ROCIADORES	-	-	-	-	6186,801
3	ESTACIONES DE CONTROL	-	-	-	-	3271,9185
4	SOPORTES	-	-	-	-	495,8115
5	GABINETE TIPO II CON ADITAMENTOS	UNIDAD	1	6	260,81225	1564,8735
6	CUARTO DE BOMBAS	-	-	-	-	36988,6033
7	CONSTRUCCIONES EN CONCRETO REPARACION DE CIELO RASO	-	-	-	-	5767,82004
8	LIVIANO SECO	M2		2053	11,7085	24037,5505
	TOTAL, COSTOS DIRECTOS					91748,8875

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

Tabla 7: Costo de inversión para el sistema Protección Contra Incendio Para agua nebulizada

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDAD D (ml)	VR. UNITARIO (\$US)	VR. TOTAL (\$US)
1	REDES GENERALES DE TUBERÍA ACERO INOX	-	-	-	-	28059,8365
2	SOPORTES	-	-	-	-	1217,185
3	BOQUILLAS	-	-	-	-	9999,41675
4	VÁLVULA	-	-	-	-	16972,242
5	GABINETE CONTRA INCENDIO	-	-	-	-	8486,121
6	EQUIPO DE PRESIÓN	-	-	-	-	76804,1588
7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	-	-	-	-	1125
	TOTAL, COSTOS DIRECTOS					142663,96

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.

En las tablas 6 y 7 se muestra el costo estimado de los sistemas de protección contra incendios para agua pulverizada y agua nebulizada.

Los valores específicos de cada equipo se los puede observar en el apartado de anexos.

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES

- Se describieron las funciones y las condiciones actuales in situ del sistema de lucha contra incendios determinando las carencias y las malas prácticas de seguridad en el City Gate que limitan aún más la capacidad de respuesta en caso de alguna emergencia.
- Se analizo la normativa legal vigente de protección contra incendios que se adecuen a espacios abiertos según a un registro comparativo en base a la normativa vigente bajo los lineamientos de la normativa vigente NFPA (Asociación Nacional de Protección Fuego).
- Se identifico los principales sistemas de protección contra incendios, de los cuales de destaco los sistemas de Protección Contra Incendio Para Rociadores y los sistemas de Protección Contra Incendio Para agua nebulizada, así como la implementación de letreros de seguridad y extinguidores.
- Se determinó que el montaje del sistema de protección contra incendios será en el espacio que ocupa la caceta de vigilancia al estar esta en desuso y al no contar con un plano del City Gate se proporcionó un registro fotográfico del lugar.
- Se estimo el costo de inversión de los dos sistemas de protección contra incendios más adecuados para el City Gate llegando a la conclusión que pese a tener un mayor costo de inversión el sistema de Protección Contra Incendio Para agua nebulizada es más viable ya que al no necesitar grandes cantidades de agua es menos propenso a causar daños significativos a los sistemas eléctricos del City Gate que de ser dañados los costos de reparación serian significativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Protección contra Incendios. (2019). Asociación Nacional de Protección contra Incendios. *Obtenido de <https://www.nfpa.org/overview>*
- NFPA JOURNAL. (s.f.). *<https://www.nfpajla.org/servicios/preguntas-frecuentes/522-nfpa-25norma-para-la-inspeccion-comprobacion-y-manutencion-de-sistemas-hidraulicos-deproteccion-contra-incendios>*.
- NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO. (2019). *El costo de los rociadores automáticos*.
- NFPA JOURNAL LATINOAMERICANO-JAIME MONCADA. (s.f.). *DOCUMENTACION Y ESTADISTICAS DE INCENDIOS. NFPA JOURNAL*.
- Norma NFPA 15: *Standard for Water Dspray Fixed Systems for Fire Protection*.
- Norma NFPA 11: *Standard for Low, Medium and High Expansion Foam*.
- UNE EN 13565-1. *Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas espumantes. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo de los componentes*.
- NFPA 13. (s.f.). *NFPA 13 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ROCIADORES AUTOMATICOS*.
- NFPA 750. (2015). *NFPA 750 SISTEMA CONTRA INCENDIO AGUA NEBULIZADA*.
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB). (2011). Gerencia Nacional de Planificación, Inversiones y Estudio: *Boletín Estadístico Gestión 2011. Bolivia*.
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB). (2010, agosto). Reglamento Interno de Ropa de Trabajo: *Equipo de Protección Personal y Uniforme de Oficina de YPFB. La Paz – Bolivia*.

Decreto Ley N.º 16998 (2 de agosto de 1979): “*Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar*”. (1979). Boliviana.

Grimaldi John V. & Simonds Rollin H. (2001). Políticas y objetivos de la Seguridad e Higiene: *Seguridad Industrial*. Editorial Alfaomega. México.

Grimaldi John V. & Simonds Rollin H. (1991). *La Seguridad Industrial, su Administración*. Editorial Alfa Omega. México.

Robert F. Herrick. (1995). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo: Higiene Industrial*. Nueva York:Wiley.

Segena S.R.L. (2011). *Ingeniería y Servicios Generales: Inspección operativa de verificación producción de carruseles de DTCOC*. La Paz – Bolivia.

Soto L. (2008). Desarrollo histórico de la seguridad industrial. Disponible en: <http://www.mitecnologico.com/Main/DesarrolloHistoricoSeguridadIndustrial>

ANEXOS

Anexo 1: Costo de inversión para el sistema Protección Contra Incendio Para Rociadores

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDA D (ml)	VR. UNITARIO (\$U\$)	VR. TOTAL (\$U\$)
	REDES					
	GENERALES					
	CONTRAINCENDIO					
1	ROCIADORES					
	TUBERÍA SCH10					
	ACERO CARBÓN	ML	6"	36	29,29925	1054,773
	TUBERÍA SCH10					
	ACERO CARBÓN	ML	3"	154	13,6715	2105,411
	TUBERÍA SCH10					
	ACERO CARBÓN	ML	2 1/2"	40	1,11475	44,59
	TUBERÍA SCH10					
	ACERO CARBÓN	ML	2"	71	8,32925	591,37675
	TUBERÍA SCH40					
	ACERO CARBÓN	ML	1 1/2"	34	8,30825	282,4805
	TUBERÍA SCH40					
	ACERO CARBÓN	ML	1 1/4"	30	6,941	208,23
	TUBERÍA SCH40					
	ACERO CARBÓN	ML	1"	478	6,268	2996,104
	ACCESORIO					
	RANURADO	UNIDAD	6"	17	44,5485	757,3245
	ACCESORIO					
	RANURADO	UNIDAD	3"	98	9,92775	972,9195
	ACCESORIO					
	RANURADO	UNIDAD	2 1/2"	25	6,941	173,525
	ACCESORIO					
	RANURADO	UNIDAD	2"	69	5,93475	409,49775
	ACOPLE					
	RANURADO	UNIDAD	6"	40	14,09225	563,69
	ACOPLE					
	RANURADO	UNIDAD	3"	276	4,54325	1253,937
	ACOPLE					
	RANURADO	UNIDAD	2 1/2"	75	4,26975	320,23125
	ACOPLE					
	RANURADO	UNIDAD	2"	195	3,5335	689,0325

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDA D (ml)	VR. UNITARIO (\$U\$)	VR. TOTAL (\$U\$)
	ACCESORIO ROSCADO ACERO CARBON	UNIDAD	11/4"	52	2,8185	146,562
	ACCESORIO ROSCADO ACERO CARBON	UNIDAD	1"	502	1,72475	865,8245
2	ROCIADORES PUNTO HIDRAULICO ROCIADOR ROCIADOR PENDENTE K= 5.6	UNIDAD		213	18,93	4032,09
	ROCIADOR UP- RIGHT K= 5.6	UNIDAD		201	8,287	1665,687
	ESCUDO DOBLE ESTACIONES DE	UNIDAD		12	9,04425	108,531
3	CONTROL VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA	UNIDAD	3"	201	1,893	380,493
	SENSOR DE FLUJO CHEQUE AMORTIGUADO VALVULA DE SUPERVISION V DREAJE VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA	UNIDAD	3"	5	172,84875	864,24375
	SENSOR DE FLUJO CHEQUE AMORTIGUADO	UNIDAD	3"	5	219,78875	1098,94375
	VALVULA DE SUPERVISION V DREAJE VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA	UNIDAD	3"	5	104,354	521,77
	SENSOR DE FLUJO CHEQUE AMORTIGUADO	UNIDAD	3"	5	104,354	521,77
	DREAJE VALVULA MARIPOSA SUPERVISADA	UNIDAD	1"	6	64,69825	388,1895
	SENSOR DE FLUJO CHEQUE AMORTIGUADO	UNIDAD	1"	6	64,69825	388,1895
	SUPERVISADA	UNIDAD	2"	1	170,159	170,159
	SENSOR DE FLUJO CHEQUE AMORTIGUADO	UNIDAD	2"	1	219,78875	219,78875
4	SOPORTES SOPORTES SOPORTE SOPORTE SOPORTE SOPORTE SOPORTE SOPORTE	UNIDAD	2"	1	8,82375	8,82375
	SOPORTE	UNIDAD	6"	18	2,73425	49,2165
	SOPORTE	UNIDAD	3"	77	1,17775	90,68675
	SOPORTE	UNIDAD	2 1/2"	20	0,9675	19,35
	SOPORTE	UNIDAD	2"	355	0,589	209,095
	SOPORTE	UNIDAD	11/2"	17	0,54675	9,29475
	SOPORTE	UNIDAD	11/4"	15	0,50475	7,57125
	SOPORTE	UNIDAD	1"	239	0,46275	110,59725

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDAD D (ml)	VR. UNITARIO (\$U\$)	VR. TOTAL (\$U\$)
	GABINETE TIPO II CON ADITAMENTOS CUARTO DE 6 BOMBAS EQUIPO DE PRESION UL FM 500 GPM	UNIDAD	1	6	260,81225	1564,8735
	TUBERIA SCH10	UNIDAD	6"	24	29,29925	703,182
	TUBERIA SCH11	UNIDAD	4"	12	17,752	213,024
	TUBERIA SCH12	UNIDAD	2"	24	8,32925	199,902
	ACCESORIO RANURADO	UNIDAD	6"	17	44,5485	757,3245
	ACCESORIO RANURADO	UNIDAD	4"	98	14,2185	1393,413
	ACCESORIO RANURADO	UNIDAD	2"	25	5,93475	148,36875
	ACCESORIO RANURADO	UNIDAD	2"	69	5,93475	409,49775
	A COPLE RANURADO	UNIDAD	6"	17	14,09225	239,56825
	A COPLE RANURADO	UNIDAD	4"	98	5,9315	581,287
	ACOPLE RANURADO	UNIDAD	2"	25	3,5335	88,3375
	ACOPLE RANURADO	UNIDAD	2"	69	3,5335	243,8115
	VALVULA OSY VALVULA MARIPOSA	UNIDAD	6"	1	664,65075	664,65075
	SUPERVISADA CONSTRUCCIONES	UNIDAD	6"	2	332,32525	664,6505
7	EN CONCRETO TANQUE EN CONCRETO REFORZADO	M2		118	34,25	4041,5
	CONCRETO 3000 PSI	M3		23,48	73,523	1726,32004
8	REPARACION DE CIELO RASO LIVIANO SECO	M2		2053	11,7085	24037,5505
	TOTAL, COSTOS DIRECTOS					91835,71354

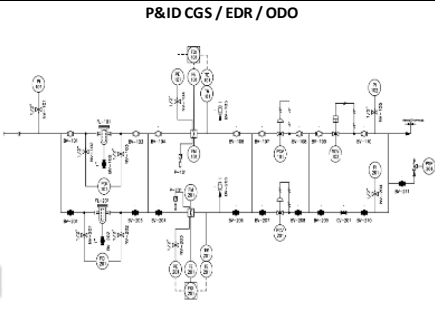
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos.

Anexo 2: Costo de inversión para el sistema Protección Contra Incendio Para agua nebulizada

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO	CANTIDAD (ml)	VR. UNITARIO (\$US)	VR. TOTAL (\$US)
1	REDES GENERALES DE TUBERÍA ACERO INOX TUBERÍA ACERO INOXIDABLE	ML	38 mm	54	79,0085	4266,459
	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE	ML	30 mm	266	58,12125	15460,2525
	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE	ML	16 mm	94	24,79375	2330,6125
	TUBERÍA ACERO INOXIDABLE	ML	12 mm	295	20,3475	6002,5125
2	SOPORTES					
	SOPORTE TUBERÍA	UNIDAD	38 mm	27	3,616	97,632
	SOPORTE TUBERÍA	UNIDAD	30 mm	133	3,616	480,928
	SOPORTE TUBERÍA	UNIDAD	16 mm	47	3,275	153,925
	SOPORTE TUBERÍA	UNIDAD	12 mm	148	3,275	484,7
3	BOQUILLAS					
	BOQUILLAS TIPO C20	UNIDAD		124	71,93825	8920,343
	BOQUILLAS TIPO N1	UNIDAD		15	71,93825	1079,07375
4	VÁLVULA					
	VÁLVULA DE SECTORIZACIÓN	UNIDAD	30	6	1414,3535	8486,121
	VÁLVULA DE DRENAJE Y PURGA	UNIDAD	12	6	1414,3535	8486,121
5	GABINETE CONTRA INCENDIO					
	GABINETE CONTRA INCENDIO HI-FOG CONEXIÓN A 16 mm			6	1414,3535	8486,121
6	BOQUILLA AJUSTABLE					
	EQUIPO DE PRESIÓN					
	EQUIPO DE PRESIÓN MSPU 2			1	76804,15875	76804,15875
	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE PRESIÓN MSPU 2					
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE					
7	AGUA					
	TANQUE PLÁSTICO VOLUMEN 6M3			1	1125	1125
	TOTAL, COSTOS DIRECTOS					142663,96

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

Anexo 3: Informe de detección de fugas del mes de noviembre de 2023

		DETECCIÓN DE FUGAS		RG-1-B				
TAG DEL EQUIPO: DRCH-CGS-5-11								
SISTEMA:		CGS ☒	EDR ☐	ODO ☒				
		CAPACIDAD:	7000 MHC		CODIGO CORTO: CGS 11			
DISTRITO/DEPARTAMENTO/PROVINCIA/MUNICIPIO: DISTRITO REDES DE GAS CHUQUISACA / CHUQUISACA - Hernando Siles - Monteagudo								
DIRECCIÓN: Monteagudo				FECHA:	28/11/2023			
EQUIPO UTILIZADO:		DPIR ☐	N/A ☒	VIGENCIA CALIBRACIÓN:	N/A			
		RMLD ☒	VIGENCIA CALIBRACIÓN:	28/8/2023				
I. CHECK LIST DE LOS PRE-REQUISITOS								
		SI	NO	OBSERVACIONES				
1.- Se cuenta con el P&ID del sistema		☒	☐					
2.- El equipo detector de gas fué cargado 24 horas antes de la inspección		☒	☐					
3.- Se cuenta con equipo detector de gas (DPIR o RMLD)		☒	☐					
4.- El técnico operativo conoce el manejo y operación del DPIR		☐	☒					
5.- El técnico operativo conoce el manejo y operación del RMLD		☒	☐					
6.- Se cuenta con agua, agua jabonosa u otra mezcla similar		☒	☐					
II. VERIFICACIÓN DE SISTEMAS Y REGISTRO DE VALORES								
SISTEMA, SUBSISTEMA O ETAPA	FUGAS POR BURBUJEO			FUGAS CON DETECTOR	CLASIFICACIÓN DE LA FUGA			
	SI	NO	N/A	Leve, Moderado o Fuerte	Lectura (ppm)	Grado 1	Grado 2	Grado 3
CÁMARA O BRIDA DE INGRESO AL CITY GATE / EDR / EQ. ODOR		☒						
SISTEMA DE FILTRACIÓN PRINCIPAL		☒						
SISTEMA DE FILTRACIÓN STAND BY		☒						
SISTEMA DE MEDICIÓN		☒						
LÍNEA Y REGULACIÓN RAMAL PRINCIPAL		☒						
LÍNEA Y REGULACIÓN RAMAL STAND BY		☒						
LÍNEA O RAMAL BY PASS		☒						
SALIDA DEL CITY GATE / EDR / EQ. ODOR		☒						
CONTROLADOR DE ODORIZACIÓN	☒			Leve	525			X
TANQUE DE ODORANTE		☒			251			X
LÍNEA DE INYECCIÓN DE ODORANTE		☒						
CÁMARA O BRIDA DE SALIDA DEL CITY GATE / EDR / EQ. ODOR		☒						
III. UBICACIÓN DE LA FUGA EN FOTOGRAFÍA Y PLANO								
								
En caso de encontrar fuga y que el nivel registrado es mayor a 50 ppm, realizar dos mediciones adicionales.								
SISTEMA, SUBSISTEMA O ETAPA	Lectura inicial (ppm)	1ra Lectura adicional (ppm)	2da Lectura adicional (ppm)					
CONTROLADOR DE ODORIZACIÓN	525	573	2172					
TANQUE DE ODORANTE	251	366	808					

Fuente: Elaboración propia en base a datos de informes técnicos YPFB redes de gas CH.