UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2018

SISTEMA AUTOMÁTICO DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UN TANQUE DE TREMENTINA

RAMÍREZ FUENTES, JAVIER ALEJANDRO

https://hdl.handle.net/11673/45984

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN “REY BALDUINO DE BÉLGICA” CONCEPCION

SISTEMA AUTOMÁTICO DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UN TANQUE DE TREMENTINA

JAVIER ALEJANDRO RAMÍREZ FUENTES

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN
“REY BALDUINO DE BÉLGICA”

PROYECTO SISTEMA DE CONTROL DE VAPOR Y CONDENSADO GRUPOS SECADORES NUMERO 1 Y 4 DE MÁQUINA PAPELERA FORESTAL Y PAPELERA CONCEPCIÓN S.A

Trabajo para optar al Título Profesional de Ingeniero de Ejecución en Control E Instrumentación Industrial.

Alumno : Javier Ramírez Fuentes
Profesor Guía : Ricardo Vera

2019

DEDICATORIA

A Dios, por la fortaleza para poder enfrentar los distintos desafíos personales y académicos que surgieron en los años de nuestra carrera.

A nuestros padres, por su incondicional apoyo, pilar fundamental durante nuestra formación como personas.

A los docentes, que cumplieron una labor dedicada y dispuesta a la ayuda de los estudiantes brindando consejos, comprensión, además del aliento que siempre es necesario.

A nuestros compañeros, con los que a lo largo de nuestra carrera logramos unir fuerzas y apoyarnos entre todos para que nadie quedara en el camino, ya que pasaron a ser las personas con las cuales teníamos una mayor relación de tiempo y conexión y ante esto, tratábamos de estar a la disposición para compartir conocimientos y prestar ayuda a quién fuera necesario.

A personal de la empresa prestadora de servicios PROTEGO S.A, en CMPC Laja, por brindarnos la ayuda y guía en la información necesaria de productos para llevar a cabo el proyecto.

RESUMEN

El proceso de CMPC en la generación de celulosa lleva consigo el uso de diferentes químicos y sustancias peligrosas de acuerdo a 1a Norma Chilena, colocando en riesgo a todo el personal involucrado en diferentes trabajos en los perímetros de los almacenamientos de estas sustancias peligrosas. Como estos estanques de almacenamientos de sustancias peligrosas son necesarios para el proceso, queda velar por salvaguardar vidas humanas y para ello actúa la entidad sanitaria nacional, que solicita sistemas de extinción en los almacenamientos de sustancias peligrosas. Todo el proceso de celulosa ofrece oportunidades laborales para personas que en la mayoría desconocen o se descuidan del riesgo latente al que están expuestos, además de no conocer y utilizar los sistemas de protección contra incendios (SPCI). Lo primordial de CMPC es que el proceso no se vea interrumpido por incendios de gran proporción y en caso de ser así, los costos de reposición de sus equipos no sean tan elevados, ante ello es necesario la existencia de sistemas de protección contra incendios adecuados a cada necesidad y con las exigencias mínimas de las normas chilenas, las cuales son basadas en las normas NFPA para salvaguardar la vida de sus trabajadores brindando seguridad y tranquilidad a los clientes, calidad y seguridad contra incendios.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....

RESUMEN.....

SIMBOLOGÍA.....

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS GENERALES 2

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....2

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES 3

1.1. LA EMPRESA CMPC.....4

1.1.1. Misión de cmpc 4

1.1.2. Visión de cmpc.....5

1.2. ALCANCES DEL PROYECTO.....5

1.3. LIMITACIONES DEL PROYECTO 5

1.4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA 6

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7

1.5.1. Sub-problemas.....7

1.6. SOLUCIÓN AL PROBLEMA 8

CAPITULO 2: MARCO TÉORICO.....9

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA TREMENTINA.....10

2.1.1. Información sobre la trementina 10

2.1.2. Identificación de los riesgos.....10

2.1.3. Medidas de primeros auxilios 11

2.1.4. Medidas para lucha contra el fuego 11

2.1.5. Medidas para controlar derrames o fugas 12
2.1.6. Manipulación de la sustancia 12
2.1.7. Almacenamiento 13
2.1.8. Equipo de protección personal 13
2.1.9. Propiedades físicas, químicas y características 13
2.1.10. Otras informaciones 14
2.2. CONDICIÓN ACTUAL ANTE DERRAMES Y SISTEMA DE PROTECCIÓN DE INCENDIO 14
2.3. QUÍMICA BÁSICA DEL FUEGO 15
2.3.1. Triángulo del fuego 16
2.3.2. Combustible 17
2.3.3. Oxígeno 17
2.3.4. Calor 17
2.3.5. Reacción en cadena 17
2.4. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FUEGO 18
2.5. DEFINICIONES HIDRÁULICAS BÁSICAS 19
2.6. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD 20
2.7. ECUACIÓN DE BERNOULLI 20
2.8. COEFICIENTE DE DESCARGA K 21
2.9. ÁREA DE DISEÑO (PIE²) 21
2.10. NORMAS UTILIZADAS EN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 21
2.10.1. National Fire Protection Association 22
2.10.2. Normas NFPA de uso común 22

2.11. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE RIESGO INVOLUCRADO SEGÚN LA ACTIVIDAD REALIZADA 23
2.11.1. Ocupaciones de riesgo leve 23
2.11.2. Ocupaciones de riesgo ordinario 23
2.11.3. Ocupaciones de riesgo extra 24
2.12. MÉTODOS Y EQUIPOS DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS 25
2.12.1. Método de supresión por enfriamiento 25
2.12.2. Método de supresión por sofocación 26
2.12.3. Método de supresión por emulsificación 27
2.12.4. Método de supresión por dilución 27
2.13. AGENTES EXTINTORES EN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO 28
2.13.1. Extinción por agua 28
2.13.2. Extinción por espuma 28
2.13.3. Extinción por dióxido de carbono CO^2 29
2.13.4. Extinción por polvo químico seco 29
2.14. ROCIADORES AUTOMÁTICOS 29
2.14.1. Funcionamiento del rociador automático 30
2.15. TIPOS DE INSTALACIONES 31
2.15.1. Sistema de tubería húmeda 31
2.15.2. Sistema de tubería seca 32
2.15.3. Sistema de preacción 33
2.15.4. Sistema de diluvio 34
2.16. HIDRANTES (VÁLVULA ANGULAR) 35
2.16.1. Hidrante Exterior 35

2.16.2. Hidrante interior 36

CAPITULO 3: SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SUS COMPONENTES 38

3.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 39

3.2. INSTRUMENTOS DE DETECCIÓN Y ALARMAS 39

3.2.1. Detección humana 40

3.2.2. Detección automática 40

3.3. PANEL DE CONTROL DE ALARMA 41

3.3.1. Panel convencional RP-2002E 42

3.3.2. Cable de comunicación 43

3.3.3. Detector de humo iónico 44

3.3.4. Detector de humo fotoeléctrico 45

3.3.5. Módulo de monitoreo 46

3.3.6. Módulo de control 46

3.3.7. Módulo de relé 47

3.3.8. Cable térmico 47

3.3.9. Detector de llama 48

3.3.10. Pulsador de alarma 48

3.3.11. Sensor de flujo 49

3.3.12. Sensor de presión 49

3.3.13. Válvulas de mariposa 49

3.4. TIPOS DE SISTEMAS DE BOMBEO DE PRESIÓN CONSTANTE Y SU FUNCIONAMIENTO 50

3.4.1. Sistema de bombeo de presión constante con válvulas reguladoras 50

3.4.2. Válvulas reguladoras de caudal 50
3.4.3. Válvulas de regulación de presión 51
CAPITULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA EL PROYECTO 52
4.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SUPRESIÓN 53
4.1.1. Selección de rociadores 54
4.1.2. Sistema de extinción seleccionado 54
4.1.3. Componentes a utilizar para el proyecto 54
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 55
4.3. CAUDAL NECESARIO EN EL SISTEMA DE BOMBEO 57
4.3.1. Selección del caudal de la bomba principal 57
4.4. CAUDAL DE LA BOMBA JOCKEY 59
4.4.1. Tablero de control bomba Jockey 60
4.5. TABLERO DE CONTROL BOMBA DIESEL 60
4.6. VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 62
4.6.1. Fuentes inagotables 63
4.6.2. Depósitos o cisternas 63
4.7. EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIO EN BASE A LA NORMA NFPA 20 64
4.8. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO A BASE DE AGUA 65
4.9. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS 65
4.10. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ROCIADORES 66
4.11. INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE BOMBA DE INCENDIO 66
CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DISEÑADO 69

5.1. ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO 70

CONCLUSIONES 73

RECOMENDACIONES 74

BIBLIOGRAFÍA 75

ANEXO 76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1Figura 2-01 Condición Actual para derrame e incendios 15
Figura 2-02 Triángulo de Fuego 16
Figura 2-03 Mecanismo de disparo de rociadores automáticos 30
Figura 2-04 Sistema de tubería húmeda 32
Figura 2-05 Sistema de tubería seca 33
Figura 2-06 Sistema de preacción 34
Figura 2-07 Sistema de diluvio 35
Figura 2-08 Hidrante exterior 36
Figura 2-09 Hidrante interior 37
Figura 3-01 Panel de Control de Alarma 42
Figura 3-02 Panel Convencional RP-2002E 43
Figura 3-03 Cable de comunicación 44
Figura 3-04 Detector de humo Iónico 45
Figura 3-05 Detector de humo fotoeléctrico 46
Figura 3-06 Módulo de monitoreo NOTIFIER 47
Figura 3-07 Cable térmico 48
Figura 3-08 Pulsador de alarma 49
Figura 4-01 Descripción del sistema de diluvio automático 56
Figura 4-02 Características técnicas Bomba Principal 58
Figura 4-03 Características Bomba Jockey 59
Figura 4-04 Tablero de control de motor eléctrico 61
Figura 4-05 leds de lectura 62
Figura 4-06 Depósito de agua existente 64

ÍNDICE DE TABLAS

1Tabla 4-01 método de Supresión.....53
2Tabla 4-02 capacidades de bombas centrifugas contra incendio 57
3 Tabla 4-03 Caudal Bomba Jockey 59
4Tabla 4-04 Cálculo de volumen requerido para el sistema nuevo 63
5c Tabla 4-05 Inspección y mantenimiento de Bombas de Incendios 67
6Tabla 5-01 Costo total del SPCI del tanque de trementina 71

SIMBOLOGÍA

SPCI: Sistema de protección contra incendios

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra el fuego).

DCS: Distributed Control System (Sistema de Control Distribuido).

SLC: Circuito de línea de señal, también conocido como “Loop”.

Pretil: Muro protector de poca altura a los lados de un puente o en el borde de una terraza, balcón, etc., construido para preservar de caídas.

m: metro.

$m^{2:}$ metro cuadrado.

Ft: Pies.

Vcc: Voltaje de corriente continúa.

L/min: Litros por minutos.

gpm: Galones por minutos.

BIE: Boca de incendio equipada.

°C: Grados Celsius.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la fábrica CMPC PULP Laja, dentro de su proceso a lo largo de los años, ha modernizado su proceso e incrementando el uso de sustancias peligrosas, lo cual debiera ir paralelamente en la mayoría de los casos con la instalación de nuevos sistemas y equipos de detección y extinción. Hoy se cuenta con sistemas de protección contra incendios los cuales en su mayoría cubren equipos, edificaciones o estanques de sustancias peligrosas. Existen estanques de sustancias peligrosas que no cuentan con un sistema de exigencias mínimas de protección contra incendios, y en ello se quiere dirigir el proyecto, para cumplir con la normativa vigente nacional Nch 382 (Sustancias peligrosas, terminología y clasificación general). Dentro de ello la autoridad sanitara es libre de exigir sistemas contra incendios ya sea, de detección y extinción basándose en su artículo 108 del Decreto Supremo 43 (Almacenamiento de sustancias peligrosas).

Por los motivos antes mencionados, el presente proyecto se basa en normalizar y cumplir con las normativas chilenas, las cuales aceptan el basarse en las normas internacionales NFPA lo que nos lleva a trabajar en base a ellas. La NFPA una organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por especialistas en los sistemas, bomberos, como por el personal encargado de la seguridad relacionada a la normalización de equipos de protección contra incendios de una empresa. Utilizando como base las normas NFPA para la implementación de un sistema automático de extinción de incendios a base de agua adecuado, instalando de acuerdo a las exigencias mínimas equipos de extinción de incendios adecuados a la necesidad, tratando de mejorar las condiciones nulas para combatir un incendio, logrando por consecuencia salvaguardar la vida de los trabajadores directamente involucrados con los equipos mencionados.

OBJETIVOS GENERALES

- Diseña un sistema de extinción automática de manera eficiente y adecuada para un estanque de trementina de tal manera que esté en la capacidad de salvar vidas humanas y permitir la continuidad de las actividades dentro del proceso de producción.
- Determinar los materiales y componentes óptimos necesarios para implementar un sistema de protección contra incendios en la perimétrica de un estanque de trementina basada en las normas NFPA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar un sistema de detección y extinción de manera automática para el tanque de trementina.

- Conocer el grado de riesgo asociado al tanque de trementina.
- Evaluar el mejor sistema de extinción para el proyecto.
- Programación de un panel Inteligente del Sistema de Protección contra incendios.
- Evaluación del costo del proyecto.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.1. LA EMPRESA CMPC

CMPC Celulosa es una unidad de negocios de empresas CMPC, grupo forestal integrado, con base en Chile y filiales en Brasil, Argentina, Uruguay, Perú, Colombia y México.

La compañía es el cuarto mayor proveedor de celulosa en el mundo. La capacidad total de producción de sus cuatro fábricas (tres ubicadas en el sur de Chile y una en el Estado de Río Grande do Sul, en Brasil) alcanza a 4,0 millones de toneladas anuales.

Sus plantas son abastecidas principalmente por bosques de cultivo propio, libres de controversias y perfectamente trazables hasta el destino final, según confirman las certificaciones de cadena de custodia CERTFOR-PEFC en Chile y CERFLOR en Brasil.

En 2015, CMPC Celulosa consolidó ventas por US$ 1.956 millones, incluyendo la operación en Brasil, incorporada en diciembre de 2009. El 83% de su producción en Chile fue exportada, principalmente a Asia, América y Europa.

1.1.1. Misión de cmpc

Somos una empresa de escala mundial, líder en la producción y comercialización de celulosa que ofrece una propuesta de valor diferenciada a nuestros distintos segmentos de clientes.

Nuestra oferta se basa en el liderazgo en costos, productos de calidad homogénea, servicio logístico de excelencia y materias primas provenientes de plantaciones sustentables certificadas.

Tenemos un absoluto compromiso hacia la seguridad, el medio ambiente y el entorno social. Contribuimos significativamente al desarrollo de los negocios de nuestros clientes y a la creación de valor económico sustentable para nuestros inversionistas, aprovechando al máximo la naturaleza corporativa de CMPC y apoyándonos en su banco de conocimientos forestales y papeleros.

Contamos con personas altamente comprometidas que logran subjetivos en un ambiente de trabajo estimulante y que genera una cultura colaborativa orientada al éxito”.

1.1.2. Visión de cmpc

"Ser un productor de clase mundial de celulosa de mercado de fibra larga y de fibra corta para la elaboración de papel".

1.2. ALCANCES DEL PROYECTO

El alcance del diseño del sistema contra incendios para el estanque de trementina (sustancia peligrosa) objeto de estudio, no se limita a la fuente de abastecimiento ya que se conectaría a la red existente que no se vería afectada por la instalación de este equipo, regido estrictamente por la Normativa Nacional las cuales son recomendaciones basadas en las Normas Internacionales NFPA.

1.3. LIMITACIONES DEL PROYECTO

Un sistema automático de alarma de Incendio que generalmente está compuesto por detectores de humo, detectores de calor, estaciones manuales, dispositivos de alarma de audio, y un panel de control de alarma de Incendio que incluye la capacidad de notificación remota puede advertir oportunamente en caso de incendio; pero tal sistema no ofrece ningún seguro de protección contra los daños causados a la propiedad o por la pérdida de vidas que pudieran ocurrir como consecuencia de un incendio. Un estudio realizado por la agencia Federal para el manejo de emergencias (agencia del gobierno de los Estados Unidos) indicó que en todos los casos de incendio existe hasta un 35% de posibilidad de que los detectores de humo no se activen. Si bien los detectores de humo están diseñados para ofrecer una señal de detección temprana en caso de fuego, no garantizan advertencia o protección contra incendio. Son varias las razones por las que un sistema de alarma de Incendio puede no ofrecer advertencia oportuna o adecuada, o

por las que simplemente puede no funcionar, por ejemplo: Los detectores de humo pueden no detectar el fuego si el humo no llega a los mismos, porque dicho humo se hubiera generado en una chimenea, detrás de un muro, en el techo o detrás de una puerta cerrada. De igual manera los detectores pueden no detectar un fuego que se inicie en otro nivel o piso del edificio. Por ejemplo, un detector ubicado en el segundo piso puede no detectar un incendio en la planta baja o en el sótano.

1.4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El proceso de CMPC Planta Laja, lleva a consigo el uso de diferentes químicos y sustancias peligrosas, colocando en riesgo a todo el personal involucrado en trabajos en el perímetro de un estanque de las sustancias peligrosas. En este caso, se basará en un sistema de extinción a base de agua pulverizada para un estanque de trementina, para el cumplimiento de normas nacionales, la cual solicita como mínimo sistemas básicos de extinción en estos depósitos de almacenamientos. En el proceso de la materia prima de CMPC es necesario la mano de obra, la cual muchas veces no conocen el grado de riesgo al que están expuesto, además de no conocer el actuar de los sistemas de protección contra incendios (SPCI). Lo primordial de CMPC es que el proceso no se vea afectado, menos por ocasión de incendios en gran proporción y en caso de ser así, los costos de reposición de sus equipos no sean tan elevados, lo cual es necesario que haya un sistema de protección incendios adecuado y con las exigencias de las normas chilenas basadas en NFPA para salvaguardar la vida de sus trabajadores, paralelamente brindando seguridad y tranquilidad a los clientes.

1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las instalaciones de CMPC, en la comuna de Laja, posee desde hace 3 años un equipo de mantención fija a los SPCI, con lo cual antes de ello, los equipos instalados eran primitivos y no alcanzaron a ser parte de una actualización de los sistemas, además se han instalado nuevas áreas de proceso que no llevan consigo un sistema de protección contra incendio, ante esto, se visualiza y asume el incumplimiento con los exigencias mínimas establecidas en las Normas NFPA. Con fundamento en los antecedentes ya enunciados, se pide plantear el problema por medio de las siguientes inquietudes:

¿Está preparada y posee un sistema acorde a sus dimensiones la CMPC Laja, para enfrentar un incendio en las instalaciones que no cumplen con sistemas de protección contra incendios y controlar sustancias peligrosas?

¿Qué ocurre si existiera un incendio en el estanque de trementina, el cual es objeto de estudio?

1.5.1. Sub-problemas

- El análisis de riesgo actual, ¿cumple con lo requerido o condiciones mínimas de optimización del sistema de protección contra incendios en las instalaciones de la CMPC Laja en base a NFPA?
- La red general contra incendio existente, ¿tiene el alcance y la cobertura para combatir un incendio en el estanque trementina?
- ¿pueden combatir un incendio de sustancias peligrosas sin exponer directamente la vida de las persona?

1.6. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Debido a lo antes expuesto, se planteó la necesidad de implementar un sistema automático de detección, alarma y extinción de incendio al tanque de trementina, el cual se desarrolló en base a las normas NFPA. Para ello se realizó un estudio y se aplicara el mejor método para cumplir los requisitos mínimos para el sistema de protección contra incendios y así salvaguardar las vidas de las personas y mantener un bajo costo de reposición en caso de un siniestro y a la vez poder continuar con los labores de producción lo antes posible.

CAPITULO 2: MARCO TÉORICO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA TREMENTINA

La trementina es un hidrocarburo, con apariencia de jugo resinoso, incoloro y semilíquido, inflamable que emana de los pinos. Es una sustancia química de alta toxicidad derivada del procesamiento de la celulosa, comúnmente se conoce como aguarrás vegetal, que también se ocupa en la fabricación de perfumes y para la preparación de barnices. En CMPC se encuentra almacenada a una presión de 1 bar. A continuación les presentamos la hoja de datos de seguridad de la trementina usada en CMPC Laja.

2.1.1. Información sobre la trementina

Nombre Químico: Sulfato de Trementina.
Fórmula Química: C10H16.
Ingredientes que contribuyen al riesgo: Trementina (contenido aprox. 40%).
Sinónimos: Trementina, esencia de trementina, aguarrás.

2.1.2. Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta: Trementina. Clase 3 División 3.3
Riesgo Secundario: No Presenta.
Clasificación del riesgo del producto químico: Salud: (1), inflamabilidad: (3), reactividad: (0).
Riesgos para la salud de las personas: Este material puede ser venenoso si es inhalado o es absorbido por la piel. Irritante a la piel y de los ojos.

- Inhalación: Los vapores pueden irritar las mucosas, causar cefaleas, mareos, ahogo y congestión respiratoria.
- Contacto con la piel: Puede causar irritación y reacciones alérgicas.

- Contacto con los ojos: Puede causar irritación y hasta daño ocular, si la exposición es prolongada.
- Ingestión: Ocasiona espasmo e irritación periférica del intestino y del conducto urogenital.
- Efectos de una sobre exposición crónica: Puede causar irritación y sensibilización en la piel.

Resumen del tratamiento de emergencia: En caso de derrame evacuar y aislar el área, recoger y absorber. Depositar residuos en envases de seguridad para descarte final. Guía 128 Respuesta en caso de emergencia.

2.1.3. Medidas de primeros auxilios

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:

Inhalación: Usando un elemento de protección respiratoria, sacar el afectado del lugar de exposición. Si respira con dificultad administrar respiración artificial. Solicitar ayuda médica.

Contacto con la Piel: Lavar la zona afectada con abundante aguay jabón. Retire la ropa contaminada, lavar antes de volver a usar. Si hay irritación consulte a un médico.

Contacto con los ojos: Lavar de inmediato con abundante agua por 15 minutos a lo menos.

2.1.4. Medidas para lucha contra el fuego

Agentes de Extinción: Agua, Espuma, anhídrido carbónico, polvo químico seco.

Riesgos Específico: Inflamable. A temperaturas superiores a 35°C el líquido genera vapores inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire.

Procedimientos especiales para combatir el fuego: Usar agua en gotas para enfriar las superficies expuestas a las llamas y para proteger al personal.

Equipos de protección personal para el combate del fuego: Equipo de protección respiratoria autónomo, traje de protección completo.

2.1.5. Medidas para controlar derrames o fugas

Medidas a tomar si hay derrames del material: Aislar y ventilar él área, eliminar fuentes de ignición, prevenir descargas adicionales de material.

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Ropa de protección personal de mangas largas, guantes, lentes resistentes a químicos con protección lateral. Equipo de protección respiratoria adecuado.

Precauciones personales: Evitar el contacto directo con el producto.

Precauciones para evitar daños al ambiente: No eliminar a través de aguas naturales o alcantarillado. Si el derrame ingresa a alcantarillados dar aviso de inmediato a las autoridades correspondientes. Considerar evacuación de áreas pobladas.

Métodos de Limpieza: Esta operación sólo la debe efectuar personal entrenado. Absorber con material inerte (arena, tierra) no usar materiales combustibles. Recoger los remanentes con precaución y depositar en envases para descarte posterior.

Recuperación: Recobrar bombeando (bomba manual aprueba de explosión), o con absorbentes adecuados.

Eliminación de desechos: Retirar en recipientes de seguridad con identificación de su contenido, eliminar respetando las regulaciones vigentes.

2.1.6. Manipulación de la sustancia

Recomendaciones técnicas: Proveer la ventilación adecuada en los lugares de trabajo. No manipular cerca de fuentes de ignición, manipular lejos de productos incompatibles.

Prevención sobre exposición de los trabajadores: Mantener envases cerrados. Manipulación con implementos de seguridad.

Prevención de fuego: Manejar o guardar lejos de llamas abiertas, calor u otra fuente de ignición. No fumar y tomar medidas para descargar la corriente electroestática generada.

Prevención de explosión: Prevenir generación de vapores.

2.1.7. Almacenamiento

Medidas de orden técnico específicas: Almacenar lejos de fuentes de ignición calor. Temperatura de almacenamiento inferior a 35°C. .

Separación de Productos incompatibles: Oxidantes fuertes, especialmente cloro.

2.1.8. Equipo de protección personal

Protección respiratoria: Respiradores para vapores orgánicos aprobados.

Guantes de protección: Usar guantes adecuados.

Protección de la vista: Lentes de protección ajustados al rostro, resistentes a químicos o protector facial.

Protección de la piel y del cuerpo: Ropa de protección impermeable, zapatos de seguridad.

Ventilación: Se recomienda ventilación adecuada. Proveer ventilación en espacios confinados. Usar equipo de ventilación a prueba de explosión.

2.1.9. Propiedades físicas, químicas y características

Estado físico: Líquido.

Forma en que se presenta: Líquido.

Color: Incoloro.

Olor: Característico a gases sulfurados.

PH: No aplicable.

Temperatura de ebullición: 154 – 170°C.

Temperatura de descomposición: No hay información disponible.

Punto de Inflamación (Flash Point): 35°C.

Temperatura de auto ignición: 253°C.

Propiedades explosivas: Los vapores mezclados con el aire son inflamables.

LEL Límite Inferior de Explosión: No hay información disponible.

UEL Límite Superior de Explosión: No hay información disponible.

Velocidad de propagación de la Llama: No hay información disponible.

Presión de Vapor a 20°C: 4 mm Hg.

Densidad de Vapor: 4.7 (aire=1 en el punto de ebullición).

Densidad a 20°C: 0.85 – 0.87.

Solubilidad en agua: Insoluble. Totalmente soluble en benceno, éter, cloroformo, sulfuro de carbono, aceites, alcohol, ácido acético glacial y éter de petróleo.

2.1.10. Otras informaciones

Los datos informados en esta hoja Informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

2.2. CONDICIÓN ACTUAL ANTE DERRAMES Y SISTEMA DE PROTECCIÓN DE INCENDIO

Cuenta con barriles con aserrín ante un derrame y pretil para contener fugas.

No cuenta con protección de incendios adecuada y normada en el área. El carrete de manguera es usado en el área para otros puntos de incendios y no aplica para la necesidad de protección para el estanque de trementina por ser un equipo con chorro directo.

Figura 2-01 Condición Actual para derrame e incendios

2.3. QUÍMICA BÁSICA DEL FUEGO

Los incendios son una de las mayores catástrofes que en muchos casos son provocados por el hombre y sus descuidos. Durante los últimos años han aumentado su frecuencia causando daños irreparables tanto en vidas humanas, como en pérdidas materiales y medioambientales.

La protección contra incendios abarca todas las medidas relacionadas con la defensa de la vida humana y la preservación de la propiedad mediante la prevención, detección y la extinción de incendios en respuesta de un rápido actuar. Para prevenir las diferentes causas básicas de incendio se debe conocer algunos detalles del fuego y sus elementos.

El fuego es una reacción de combustión que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, de llamas o de ambos.

Al ser la combustión una oxidación, habrán de intervenir, para que ésta se produzca, un material que se oxide, al que llamaremos combustible, y un elemento oxidante,

que llamaremos comburente. Para que la reacción de oxidación comience, habrá que disponer, además, de una cierta cantidad de energía, que llamaremos energía de activación (habitualmente calor).

Sin la presencia simultánea de estos tres elementos no es posible obtener fuego.

2.3.1. Triángulo del fuego

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea del Combustible (material que arde), comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (chispas mecánicas, soldaduras, fallos eléctricos, etc.). Si falta alguno de estos elementos, la combustión no es posible. A cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo, llamado triángulo del fuego, que es la representación de una combustión sin llama o incandescente.

Existe otro factor, "reacción en cadena", que interviene de manera decisiva en el incendio. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio, por lo que ampliando el concepto de Triángulo del Fuego a otro similar con cuatro factores obtendremos el tetraedro del fuego, que representa una combustión con llama.

Figura 2-02 Triángulo de Fuego

2.3.2. Combustible

Sustancia que en presencia de oxígeno y aportándole una cierta energía, es capaz de arder, los combustibles pueden clasificarse, según su naturaleza:

- Sólidos : Carbón mineral, madera, papel, textiles, etc.
- Líquidos : Gasolina, alcohol, diésel, etc.
- Gaseoso : Gas natural, propano, butano, hidrógeno, metano, etc.

2.3.3. Oxígeno

Normalmente el fuego requiere un 16% de oxígeno y un máximo de 21%, en las mezclas inferiores, el fuego entra en un estado latente que se extinguirá por la falta de oxígeno.

2.3.4. Calor

Es la mínima temperatura a que una sustancia (sólida o líquida) debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma independientemente de fuentes externas de calor.

2.3.5. Reacción en cadena

Esta es una reacción autosuficiente que produce energía o productos que pueden causar reacciones ulteriores de la misma clase.

2.4. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FUEGO

Teniendo en cuenta la naturaleza del fuego, se encuentra una clasificación de los diferentes tipos de fuego.

- Fuegos de clase A: Son los fuegos que se desarrollan en los combustibles sólidos. Son ejemplo de ello: las maderas, cartón, papel, plástico, tela, etc. Retienen el oxígeno en su interior, formando brasas.
- Fuegos de clase B: Son los producidos o generados por combustibles líquidos, tales como: gasolinas, aceites, pinturas, grasas, etc., o aquellos sólidos que a la temperatura de ignición se encuentran en estado líquido, como asfaltos, parafinas, etc. Solamente arden en su superficie, ya que está en contacto con el oxígeno del aire.
- Fuegos de Clase C: Son los fuegos que se dan en materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica tales como: motores, transformadores, cables, tableros interruptores, etc.
- Fuegos de Clase D: Son los producidos o generados por metales combustibles, tales como: magnesio, aluminio en polvo, sodio, circonio, etc. El tratamiento para extinguir estos fuegos ha de ser minuciosamente estudiado.

Es frecuente que alguna de estas clases se desarrolle en presencia de corriente eléctrica, como en el caso de incendios de aparatos electrodomésticos, cables eléctricos, etc. en estos casos, al peligro que representa el fuego, se añade el riesgo de electrocución, por lo que al intentar apagar el fuego debe considerarse esta posibilidad y, si existe, tomar las oportunas medidas protectoras, tales como: desconectar la electricidad, utilizar extintores adecuados, etc.

2.5. DEFINICIONES HIDRÁULICAS BÁSICAS

- Presión: Es la fuerza normal ejercida por un peso sobre una superficie determinada.
- Presión Hidrostática: Es la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido debido al propio peso de éste.

Los sistemas hidráulicos aplican un principio según el cual, la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad a cualquier otro punto del líquido (Principio de Pascal).

- Caudal: Es el producto de la sección del tubo de corriente por la velocidad del fluido en la misma. Se mide en metros cúbicos por minutos.
- Pérdidas por fricción: La resistencia a fluir cuando un líquido está moviéndose a través de una tubería resulta en una pérdida de cabezal o presión que conocemos como fricción.

  La resistencia a fluir es producto de la viscosidad del líquido y turbulencia que ocurre a lo largo de las paredes de la tubería debido a la rugosidad.

  La cantidad de pérdidas de cabezal para un sistema dado depende de las características del líquido, tales como viscosidad, tamaño de tubería, condiciones de la superficie interior de la tubería y de recorrido.
- Altura estática: Representa la resistencia del sistema antes de que el fluido entre en movimiento.

  Los componentes primarios de la altura estática son las diferencias de elevación entre:

  - La superficie del líquido al punto de succión.
  - La superficie de líquido al punto de descarga.
- La altura estática también cuenta con el diferencial de presión entre el punto de succión y el punto de descarga.
- Altura dinámica: representa la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado está en movimiento.

Pérdidas de altura dinámica, aparecen una vez que el líquido comienza a fluir a través del sistema de bombeo. Estas pérdidas son debidas a la fricción y son llamadas Perdidas por fricción.

- La Cavitación: Es un fenómeno que se produce en un conducto por el que circula un fluido, generalmente agua, donde se forman espacios vacíos, normalmente en lugares donde la velocidad es elevada y la presión está por debajo de unos valores determinados. Estos espacios vacíos provocan la formación de burbujas de vapor que modifican la corriente del fluido, volviendo a subir la presión. Entonces estas burbujas desaparecen y se producen unas sobrepresiones puntuales.

2.6. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

La ecuación de continuidad no es más que un caso particular del principio de conservación de la masa. Se basa en que el caudal del fluido ha de permanecer constante a lo largo de toda la conducción.

2.7. ECUACIÓN DE BERNOULLI

Este teorema expresa la ley física de la conservación de la energía, aplicada a un fluido, no comprensible, en movimiento. Aplicado entre dos puntos A y B.

2.8. COEFICIENTE DE DESCARGA K

El coeficiente de descarga K, es un parámetro que representa la relación entre el caudal en galones por minuto (gpm) y la raíz cuadrada de la presión en libra por pulgada cuadrada (psi), de determinados puntos en una tubería en donde fluye agua.

2.9. ÁREA DE DISEÑO (PIE^2)

Es la porción del sistema de rociadores que se supone operando y descargando un caudal tal, que logre una densidad previamente establecida sobre una superficie dada. El cálculo para hallar las áreas de diseños de los diferentes equipos presentes en plantas industriales está establecido por organizaciones o normas internacionales. Estas se basan en experimentos a escala real, obteniendo toda la información necesaria para determinar los valores adecuados de la densidad y el área de aplicación para un riesgo determinado.

2.10. NORMAS UTILIZADAS EN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el ámbito nacional existen entes que regulan las disposiciones de protección, tanto activas como pasivas, a veces, promulgan normas adicionales de las Direcciones de Obras Municipales las que pueden también fiscalizar la seguridad que adaptan la normativa nacional a las particularidades de su zona.

Actualmente en Chile se cuenta con “Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios” suscritos por Vivienda y Urbanismo, en conjunto con organismos y empresas directamente relacionadas que dan los lineamientos para la prevención de estos

siniestros; y para ellos se basan fielmente y permiten el uso de normas internacionales como la NFPA.

2.10.1. National Fire Protection Association

La NFPA (National Fire Protection Association) es una organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por especialistas como en mantenedores, bomberos y el personal encargado de la seguridad. Sus estándares conocidos como National Fire Codes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

2.10.2. Normas NFPA de uso común

NFPA 13: Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación.
NFPA 20: Instalación de bombas estacionarias contra incendios.
NFPA 25: Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua.
NFPA 70: Código Eléctrico Nacional (NEC).
NFPA 70B: Prácticas Recomendadas de Mantenimiento para Equipo Eléctrico.
NFPA 70E: Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo.
NFPA 72: Código Nacional de Alarmas.
NFPA 704: Clasificación de Productos Químicos y Sustancias Peligrosas.

2.11. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE RIESGO INVOLUCRADO SEGÚN LA ACTIVIDAD REALIZADA

Según norma NFPA 13, por el tipo de ocupación reconoce tres clases diferentes de actividades, la clasificación de las ocupaciones se refiere únicamente a la instalación de rociadores y a su abastecimiento de agua. No deberá pretender ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

2.11.1. Ocupaciones de riesgo leve

Donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.
Ejemplos: Apartamentos, iglesias, viviendas, hoteles, edificios públicos, edificios de oficinas, escuelas y otros similares.

2.11.2. Ocupaciones de riesgo ordinario

Se subdivide en tres grupos, debido que cada uno requiere un suministro de agua para los rociadores ligeramente distintos. En general, en esta clase se incluyen los edificios comerciales, industriales y de fabricación normales.

- Riesgo ordinario (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.
  Algunos ejemplos son: Fábricas de conservas alimenticias, lavanderías, plantas eléctricas, etc.
- Riesgo ordinario (Grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es de moderada a alta, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 12 pies (3,7 m) de

altura, y se esperan incendios con índices de liberación de calor moderados a altos.

Ejemplos son: Molinos de cereales, plantas textiles, imprentas, empresas de artes gráficas y fábricas de zapatos.

Riesgo ordinario (Grupo 3): En este grupo se enumera un número reducido de actividades en las que la cantidad o la combustibilidad del contenido es alta y los fuegos previsibles pueden llegar a producir grandes cantidades de calor.

Ejemplos son: Molinos de harina, muelles y andenes, fábricas de obtención y procesos de papel, fabricación de neumáticos y almacenes (de papelería, de mobiliario, de pinturas, etc.).

2.11.3. Ocupaciones de riesgo extra

- Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy altas y hay presentes líquidos inflamables, polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor con la presencia de poco o ningún líquido inflamable o combustible.
- Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y hay presentes líquidos inflamables, polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles, o donde se resguarden cantidades importantes de productos combustibles.

2.12. MÉTODOS Y EQUIPOS DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS

Contra el riesgo de incendio se puede actuar mediante dos técnicas: prevención, utilizada para impedir que el incendio tenga lugar; y protección, proporcionada por el sistema de actuación (descarga del agente extintor) para evitar su propagación y consecuencias.

Para hacer frente a un incendio es preciso conocer los procesos de producción y mantenimiento del fuego aspectos fundamentales para su prevención y extinción, así como también el apoyo a los sistemas automáticos de extinción.

Dado que, para que un incendio se inicie o mantenga es precisa la coexistencia en espacio y tiempo con intensidad suficiente de cuatro factores ya antes mencionados: Combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena. Eliminando o disminuyendo suficientemente la intensidad de cualquiera de los factores mencionados evitará la propagación del incendio o lo extinguirá si éste ya se ha producido. Según el factor que se pretenda eliminar o disminuir es posible diferenciar los siguientes métodos de extinción.

2.12.1. Método de supresión por enfriamiento

De la energía o calor que se desprende en la combustión, parte se disipa en el ambiente y parte inflama nuevos materiales combustibles haciendo que el incendio se propague. Por ello, es necesario eliminar esta energía cuanto antes, lo que puede hacerse arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía o enfríen los materiales. El agua, o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente el fuego, sobre todo si se emplea pulverizada.

La cantidad de agua necesaria para extinguir un fuego depende del calor desprendido por el mismo. La velocidad de extinción depende de la rapidez en la aplicación del agua, del caudal y del tipo de agua que se aplique.

Lo más efectivo es descargar agua a manera que logre absorber el máximo calor. El agua absorbe el máximo de calor cuando se transforma en vapor y esto se consigue con mayor facilidad así se aplica pulverizada en vez de un chorro compacto.

Los sistemas de agua pulverizada son los indicados para su aplicación en almacenamiento de productos químicos de dimensiones limitadas.

La aplicación de agua pulverizada se basa en los siguientes principios:

- La velocidad de transmisión del calor es proporcional a la superficie expuesta de un líquido. Para un volumen dado de agua la superficie aumenta drásticamente si el agua se convierte en gotas.
- La velocidad de transmisión de calor depende de la diferencia de temperatura entre el agua y el material en combustión o el aire que lo rodea.
- La velocidad de transmisión de calor depende del contenido en vapor del aire, especialmente en cuanto a la propagación del fuego.
- La capacidad de absorción de calor del agua depende de la distancia recorrida y de su velocidad en la zona de combustión. (En este factor debe tenerse en cuenta la necesidad de descargar un volumen adecuado de agua sobre el fuego).

2.12.2. Método de supresión por sofocación

La combustión se alimenta de grandes cantidades de oxígeno, por tanto, de la afluencia de oxígeno fresco a la zona de fuego. El aire puede desplazarse e incluso suprimirse si se genera suficiente vapor. La combustión de determinados materiales puede extinguirse mediante esta acción sofocante, que se produce con más rapidez si el vapor que se genera puede confinarse, del alguna forma, en la zona de combustión. El proceso de absorción de calor mediante vapor termina cuando éste empieza a condensarse, transformación que requiere que el vapor ceda calor.

Los fuegos de materiales combustibles ordinarios se extinguen normalmente por el efecto enfriador del agua, no por sofocación creada por la generación de vapor. Aunque este último puede suprimir las llamas, normalmente no extingue dichos incendios.

El agua puede sofocar el fuego de un líquido inflamable cuando su punto de inflamación esté por encima de los 37,8 ºC y su densidad relativa sea mayor que 1,1 y, además no sea soluble en agua. Para conseguir este efecto de la manera más eficaz, se le añade normalmente al agua un agente espumante. El agua debe entonces aplicarse a la superficie del líquido de una forma suave.

2.12.3. Método de supresión por emulsificación

Se logra una emulsión cuando se agitan juntos dos líquidos inmiscibles y uno de ellos se dispersa en el otro. La extinción por este procedimiento se logra aplicando agua a determinados líquidos viscosos inflamables, ya que el enfriamiento de la superficie de dichos líquidos viscosos, como el fuel-oíl número 6, la emulsión aparece en forma de espuma espesa, que retrasa la emisión de vapores inflamables. Generalmente, para la extinción por emulsión se emplea una pulverización del agua relativamente fuerte y gruesa. Debe evitarse el empleo de chorros compactos que produciría espumas violentas.

2.12.4. Método de supresión por dilución

Los fuegos de materiales inflamables hidrosolubles pueden extinguirse, en algunos casos, por dilución. El porcentaje de dilución necesario varía ampliamente, al igual que el volumen de agua y el tiempo necesario para la extinción. Por ejemplo, la dilución puede aplicarse con éxito contra un fuego en un vertido de alcohol metílico o etílico, si se consigue una mezcla adecuada de agua y alcohol; sin embargo, no es práctica común si se trata de depósitos. El peligro de rebose, debido a la gran cantidad de agua que se requiere, y el de espuma, si la mezcla alcanza la temperatura de ebullición del agua, hace que esta forma de extinción sea escasamente efectiva.

2.13. AGENTES EXTINTORES EN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Son variados los agentes extintores utilizados en los equipos portátiles, por lo cual, resulta también variado el grado de efectividad de cada uno de ellos y las limitaciones en cuanto a su aplicabilidad.

2.13.1. Extinción por agua

Por su abundancia resulta el más común en las operaciones de extinción de incendios. Su acción está fundamentada en el enfriamiento de la materia en combustión. Se aplica bajo la forma de un chorro a presión, o también como un rocío muy fino sobre toda la superficie encendida. Es bien, en grandes cantidades arrojadas a través de mangueras o rociadores sobre cantidades de aceite relativamente pequeñas.

Este agente extinguidor sólo puede ser aplicado en los fuegos clase "A", y en algunos casos en fuegos clase "B", como los incendios de petróleo, donde se debe aplicar en la forma descrita. Nunca deben usarse en los fuegos clase "C", y menos aún en los fuegos clase "D".

2.13.2. Extinción por espuma

En los equipos portátiles la espuma es producida por la reacción de las dos soluciones señaladas, originándose una presión interna como consecuencia de la generación de gas carbónico, capaz de impeler la espuma a una distancia de siete metros.

La espuma eliminará el oxígeno al formar una capa que impide el paso del aire, y además, enfría un poco. Se aplica en forma de una capa que cubra la superficie del líquido en combustión. Sin embargo, en muchos casos, los vapores que se desprenden de las sustancias en combustión atraviesan la capa de espuma, y si su concentración es suficiente, arderán encima de ella. Por ser conductora de electricidad nunca debe emplearse en fuegos clase C. También está contraindicada para los fuegos clase D.

2.13.3. Extinción por dióxido de carbono CO^2

Este gas puede almacenarse bajo presión en los extintores portátiles y descargarse a través de una boquilla especial en el sitio donde se necesita. La característica del gas carbónico, es su efecto de sofocación acompañado de un ligero enfriamiento. No debe usarse en áreas cerradas o de escasa ventilación, ya que el usuario puede ser objeto de asfixia mecánica por insuficiencia de oxígeno, Es adecuado para fuegos clase B y clase C. No es adecuado para las otras clases de fuego.

2.13.4. Extinción por polvo químico seco

Lo constituyen mezclas incombustibles de productos finamente pulverizados, tales como: Carbonatos de Sodio, Bicarbonato de Sodio, Sulfato de Sodio, Silicato de Sodio, Bentonita, etc. Actúa por ahogamiento ya que se aplica procurando formar una capa sobre la materia en combustión.

En los equipos portátiles este agente extinguidor es expulsado por la presión liberada por una cápsula de nitrógeno, ubicada en el interior del extintor y la cual es rota en el momento de su uso.

De acuerdo a la composición de la mezcla, el polvo químico es adecuado para los fuegos clase A, B, y C.

2.14. ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Una de las ventajas principales de los rociadores en la lucha contra incendios es su sencillez tanto en su instalación como en su operación. Los rociadores arrojan agua pulverizada sobre el fuego en los inicios, lo cual impide que se propague y en la gran mayoría lo apaga. Para garantizar este resultado, se instalan los rociadores a distancias, iguales entre sí (máximo 2.4m entre sí), en todos los techos del edificio o instalación, y se conectan a una red de agua constantemente llena de agua a presión. Los rociadores

están individualmente cerrados mediante un elemento térmico, normalmente una pequeña ampolla de cristal que contiene un alcohol (usamos color rojo, para activación a los 68°C) y además cuando existen problemas de congelamiento del agua se instalan rociadores abiertos, sin la ampolla de cristal.

Una de las características principales y más elocuentes es que eliminan las muertes por incendio casi por completo, reducen las heridas y daños materiales causados por el fuego en más de un 80% y en equipos herméticos logran e 100%. Al arrojar cantidades de agua mucho menores que las mangueras de bomberos, se reduce el daño causado por el agua. Sólo se accionan en un evento real.

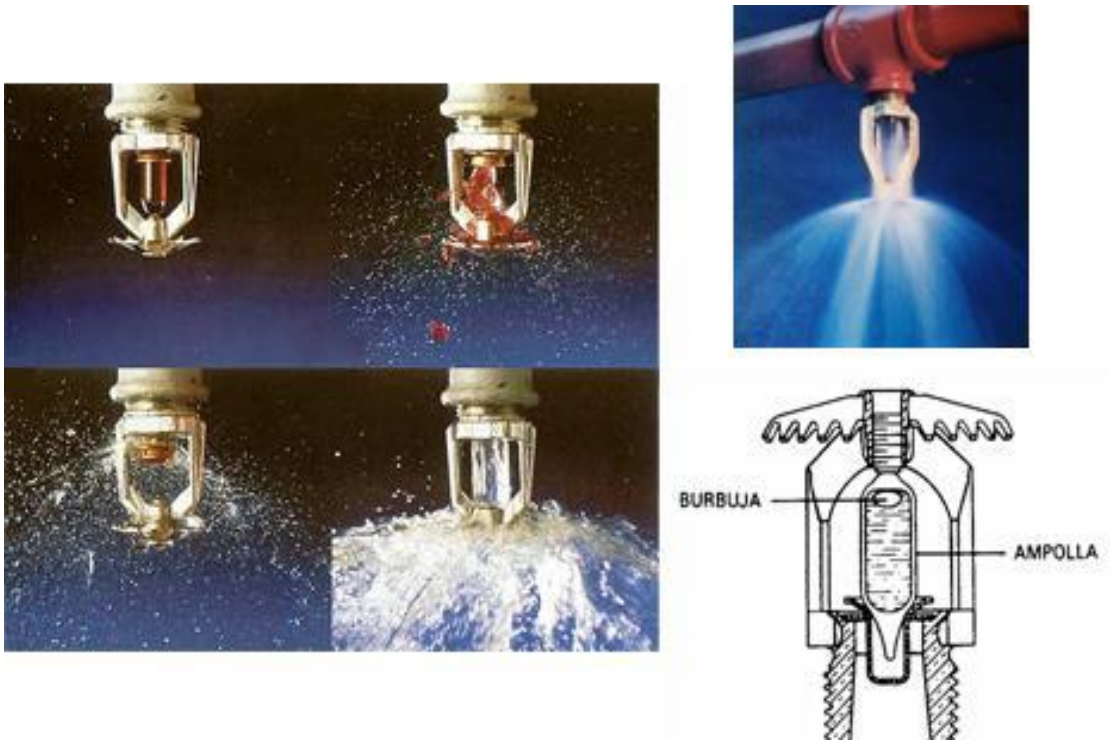


Figura 2-03 Mecanismo de disparo de rociadores automáticos

2.14.1. Funcionamiento del rociador automático

Cuando se produce un incendio bajo el rociador, el alcohol se expande debido al calor, como ocurre en un termómetro. Cuando llega a una temperatura predeterminada (68°C) no queda más sitio para el alcohol, la ampolla se rompe, y el rociador empieza a arrojar

agua sobre el fuego y en el caso de rociadores abiertos el fuego quita la presurización del aire de la línea provocando la descarga del fluido. En el caso de rociadores con ampollas sólo se activan aquellos rociadores que se encuentran directamente sobre el fuego y en algunos casos la temperatura logra activar los rociadores de los costados, y nunca reaccionan al humo. Normalmente uno o dos rociadores bastan para controlar el incendio y en el caso de rociadores abiertos sin ampollas se activan todos en conjuntos.

2.15. TIPOS DE INSTALACIONES

Existen diversos tipos de instalaciones cuya elección es función de las características del riesgo a proteger. Para ello se describen 4 tipos de instalaciones las cuales son más frecuentes en el área del sistema de protección contra incendios el cual son base a agua.

2.15.1. Sistema de tubería húmeda

En este caso, la red de tubería está constantemente bajo presión de agua desde el Trim de alarma hasta los rociadores automáticos. Básicamente funciona cuando el rociador alcanza la temperatura de activación rompiendo el bulbo dejando pasar el agua para extinguir el fuego. Representa el 75% de las instalaciones de rociadores y no debe instalarse cuando exista peligro de heladas.

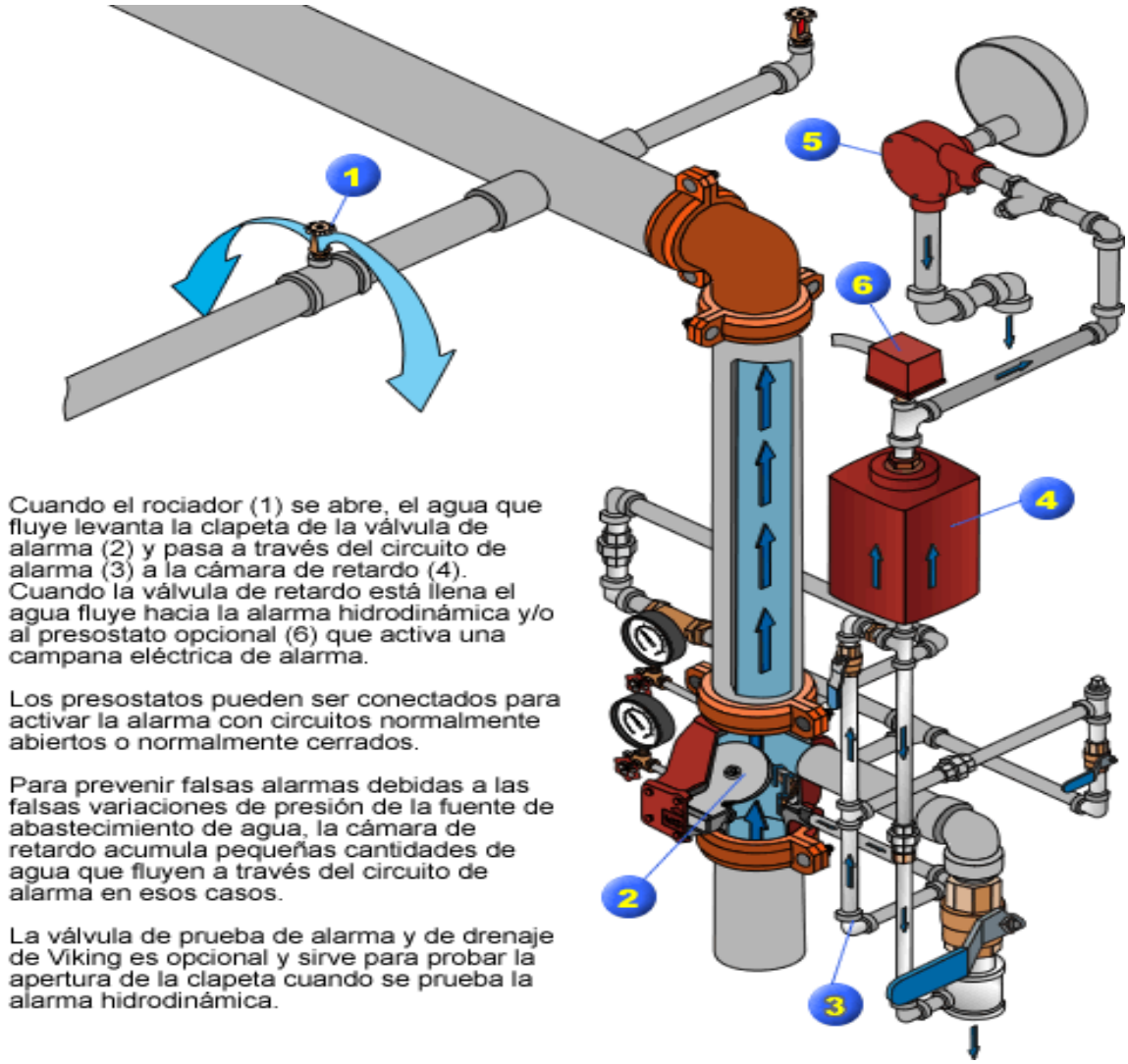


Figura 2-04 Sistema de tubería húmeda

2.15.2. Sistema de tubería seca

En este caso el agua sólo llega hasta la válvula de control, estando media llena de aire a presión la instalación entre aquélla y los rociadores. Al abrirse un rociador el aire escapa permitiendo la apertura del diafragma (quien retiene el flujo aire/agua) y con ello el paso de agua. Este tipo de sistema debe instalarse cuando existe peligro de congelamiento del fluido y va complementado con dispositivos para acelerar la salida del aire de la red de tubería al abrirse un rociador.

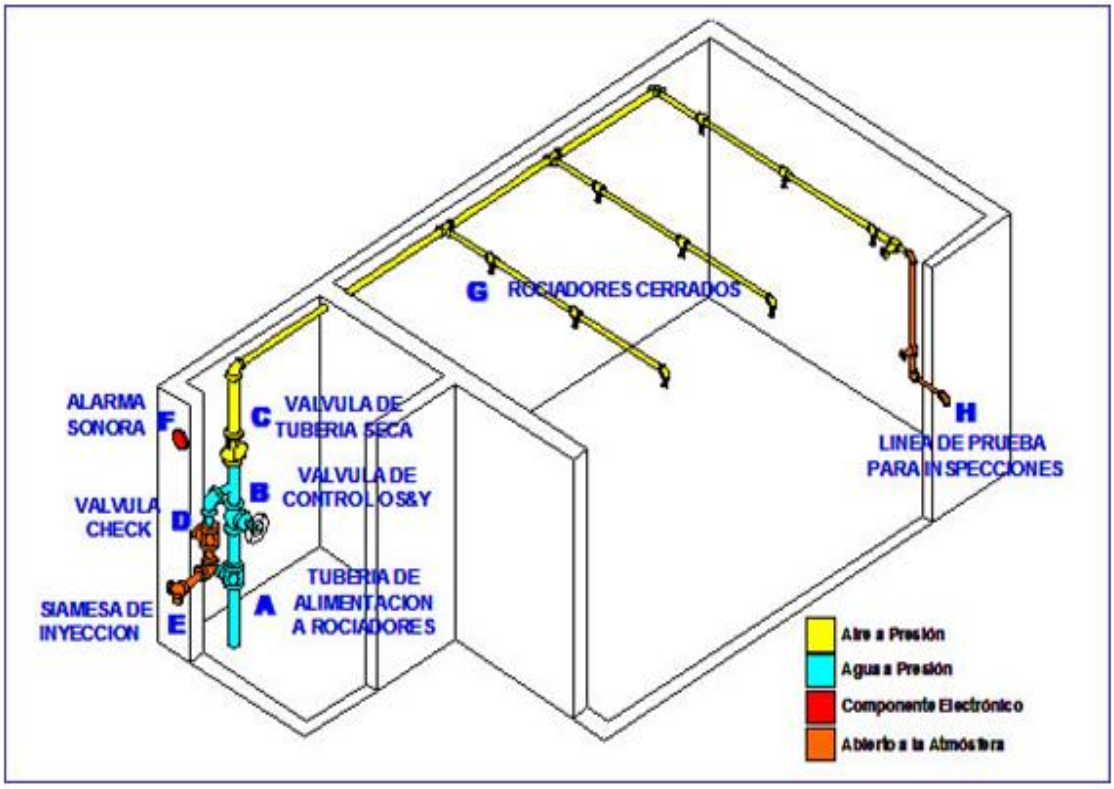


Figura 2-05 Sistema de tubería seca

2.15.3. Sistema de preacción

Sistema que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tubería que contiene aire que puede o no estar bajo presión, con un sistema de detección suplementario instalado en las mismas áreas que los rociadores. La activación del sistema de detección abre la válvula que permite que el agua fluya dentro de la tubería del sistema de rociadores y es descargada desde cualquier rociador que esté abierto.

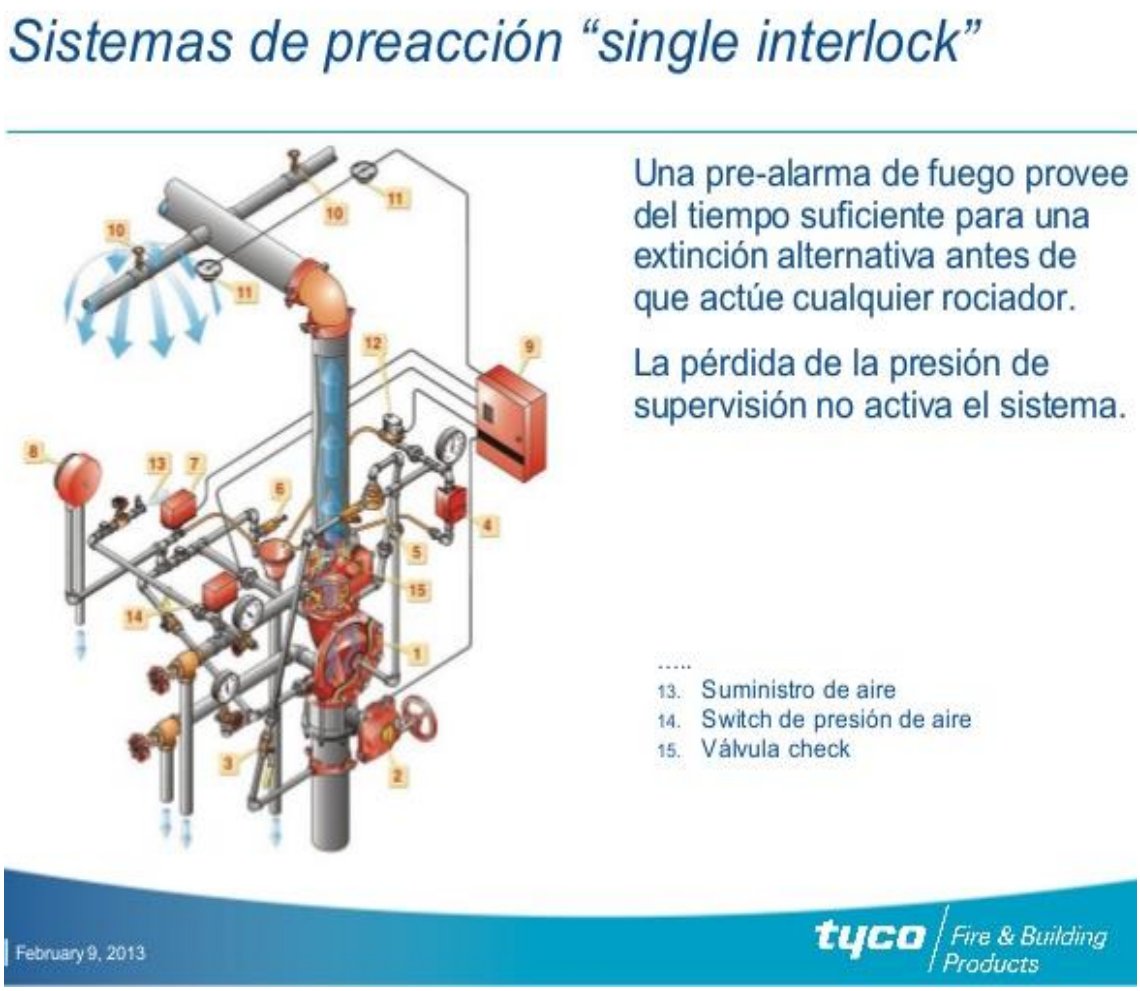


Figura 2-06 Sistema de preacción

2.15.4. <u>Sistema de diluvio</u>

Es un sistema en el que el flujo de agua está controlado en todo momento por válvulas normalmente cerradas. Como los rociadores en estos sistemas generalmente son abiertas, una vez que se abran las válvulas de paso, el agua se descargará a través de todas las boquillas pulverizadoras.

Figura 2-07 Sistema de diluvio

2.16. HIDRANTES (VÁLVULA ANGULAR)

Un hidrante es una toma de agua diseñada para proporcionar un caudal considerable en caso de incendio. El agua en este caso se obtiene de un depósito existente, mediante una bomba. Hay dos tipos principales.

2.16.1. Hidrante Exterior

Situados en las inmediaciones de los edificios y en la que los bomberos pueden acoplar sus mangueras. Válvula para manguera de hidrante con entrada y salida en Hembra, fabricada a base de bronce forjado en acabado pulido, con volante de aluminio en color rojo que por su gran diseño permite una fácil operación y desempeño.

Figura 2-08 Hidrante exterior

2.16.2. Hidrante interior

Situados en lugares de los edificios que tienen además el equipamiento necesario para hacerla funcionar, o Boca de Incendio Equipada, abreviadamente BIE. Una BIE suele estar en un armario, en el que hay una entrada de agua con una válvula de corte y un manómetro para comprobar en cualquier momento el estado de la alimentación.

Figura 2-09 Hidrante interior

CAPITULO 3: SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SUS COMPONENTES

3.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se llama protección contra incendios al conjunto de medidas que se disponen en los edificios, bodegas, habitaciones, tanques u otros tipos de materiales que necesiten ser protegidos contra la acción del fuego. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

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

La posible propagación de incendios, contra los que no sería posible luchar sólo con extintores portátiles, o la posible iniciación de incendios en horas o lugares donde no exista presencia constante de personal, son algunas de las razones que determinan la necesidad de instalaciones con mayor capacidad de detección y extinción para tener una rápida respuesta ante un evento.

3.2. INSTRUMENTOS DE DETECCIÓN Y ALARMAS

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente un incendio para así agilizar tiempos de respuesta para apoyo a los equipos, la identificación del área involucrada y transmitir la noticia para iniciar la extinción en caso que fuera manual y la posterior evacuación.

La detección de un incendio puede realizarse mediante estos sistemas:

- Detección humana.
- Instalaciones automáticas de detección de incendios.

3.2.1. Detección humana

La detección queda confiada a las personas. Es imprescindible una correcta formación de las personas en materia de incendios. El plan de emergencia debe establecer detalladamente, las acciones a seguir en caso de incendio:

- Localización del incendio y evaluación del mismo.
- Aviso al servicio interno y/o externo de extinción y alarma para evacuación de personas, todo según plan preestablecido.

3.2.2. Detección automática

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática o semiautomática, accionando, opcionalmente, los sistemas fijos de extinción de incendios directamente involucrados. Pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana. Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de un principio de incendio con rapidez, mediante la emanación de humo, partículas semejantes o un alza de temperatura con lo cual se activen los sensores (fotoeléctricos) automáticos o algún sistema de detección utilizado (en este caso cable térmico), generando una comunicación directa tipo alarma o pre-alarma preestablecida (señalización óptica-acústica en un panel o central de señalización) que en general siempre van acompañados de sirenas estroboscópicas (sonido y destellos de luz).
- Localizar el incendio en el espacio, se puede llevar a cabo de manera fácil, ya que van conectados a un panel inteligente que indica la zona en específico que generalmente son zonas reducidas y específicas, también el quipo exacto donde se activó la señal. Con esto se logra minimizar los tiempos de respuesta salvaguardando vidas y equipos ya que en la mayoría de los casos se logra abortar la descarga del equipo.

3.3. PANEL DE CONTROL DE ALARMA

Un sistema automático de Alarma de Incendio que generalmente está compuesto por detectores de humo, detectores de calor, estaciones manuales, dispositivos de alarma de audio, y un panel de control de Alarma de Incendio que incluye la capacidad de notificación remota puede advertir oportunamente en caso de incendio.

El Panel de Control de Alarma de Incendio inteligente posee distintas características que lo hace adecuado para la mayoría de las aplicaciones.

Selección de verificación de alarma en los puntos de detectores inteligentes, para reducir las alarmas no deseadas.

- Es compatible con el programa VeriFire Tools para programación y descarga de base de datos (se necesita licencia para versiones más recientes) del Panel de control de Alarma. Para la comunicación entre el Panel y el programa se utiliza el cable de USB tipo A/B el cual es ocupado para impresoras.
- Utiliza protocolo Flash Scan/ Clip para comunicación con detectores inteligentes.
- Funciones de silenciado de señal, reseteado de sistema y activado de alarma programables a través de los módulos de monitoreo.
- Funciones automáticas de control de hora del día y día de la semana, con opción para días festivos
- AWACS (Sensor de Combustión Direccionable de Advertencia Avanzada) con nueve niveles de pre-alarma ajustables en campo con control por evento programable.
- Base de resonador de detector de humo y térmico de operación automática con en el de Pre alarma de acción y evacuación general en el nivel de alarma.
- Opción de punto de alarma de seguridad con código de señal de audio por separado.
- Programación hasta 10 descargas distintas separadas por zonas.
- Posee un display propio el cual se podrá observar las alarmas producidas en cada uno de los sistemas antes mencionados, pudiendo identificar claramente su ubicación y tipo de equipo alarmado.

El sistema opera en modo normal cuando no existen alarmas y problemas en el panel y a la vez ejecuta ciertas funciones:

- Rastrea por muestreo todos los dispositivos SLC.
- Verifica a intervalos de 10 segundos que no haya problemas.
- Realiza una operación de prueba automática de detectores.
- Monitorea las fallas del microcontrolador.

Figura 3-01 Panel de Control de Alarma

3.3.1. Panel convencional RP-2002E

Es un panel de detección y extinción convencional de la marca Notifier, modelo RP-2002E. Este panel puede tener equipos asociados tales como: detectores de temperatura, detectores de Llama, pulsador de descarga, botón de aborto, solenoide de disparo, sirena de aviso audible y estroboscópica y otros. Este panel proporciona fiabilidad en detección y extinción. El RP-2002E supervisa todo el cableado, voltaje de AC, cargador de batería

y nivel de batería. El dispositivo de activación de alarma contra incendios activará una alarma audible y visual, mostrando en una pantalla LCD activaciones de alarmas o problemas asociados al panel. Posee 3 NAC de salidas el cual puede ser monitoreado por un panel inteligente (Panel de Control de Alarma), el cual avisara de forma remota cuando el panel se encuentre en estado de alarma, falla, o supervisión.

Figura 3-02 Panel Convencional RP-2002E

3.3.2. Cable de comunicación

Los cables de alarma contra incendio están diseñados para utilizarse en la conexión de equipos contra incendio, tales como: panel de control, estaciones manuales, sirenas estroboscópicas, sensores, detectores de humo y calor. Sus principales características son:

- Número de conductores: 2.
- Calibre: 16.

- Diámetro externo nominal (cm): 4.3.
- Resistencia en Ω a 100 m.: 1.2 Ω.
- Material: PVC.
- Color externo: Rojo.
- Color interno: Rojo, Negro.
- Prueba de flama Riser: UL 1666 Flama Vertical.

Figura 3-03 Cable de comunicación

3.3.3. Detector de humo iónico

Este detector emite una radiación que ioniza el aire dentro de la cámara de detección en la que se encuentran dos electrodos, permitiendo una pequeña y constante corriente eléctrica. Si entra humo en esa cámara se reduce la ionización del aire y la corriente disminuye o incluso se interrumpe, con lo que se activa la alarma.

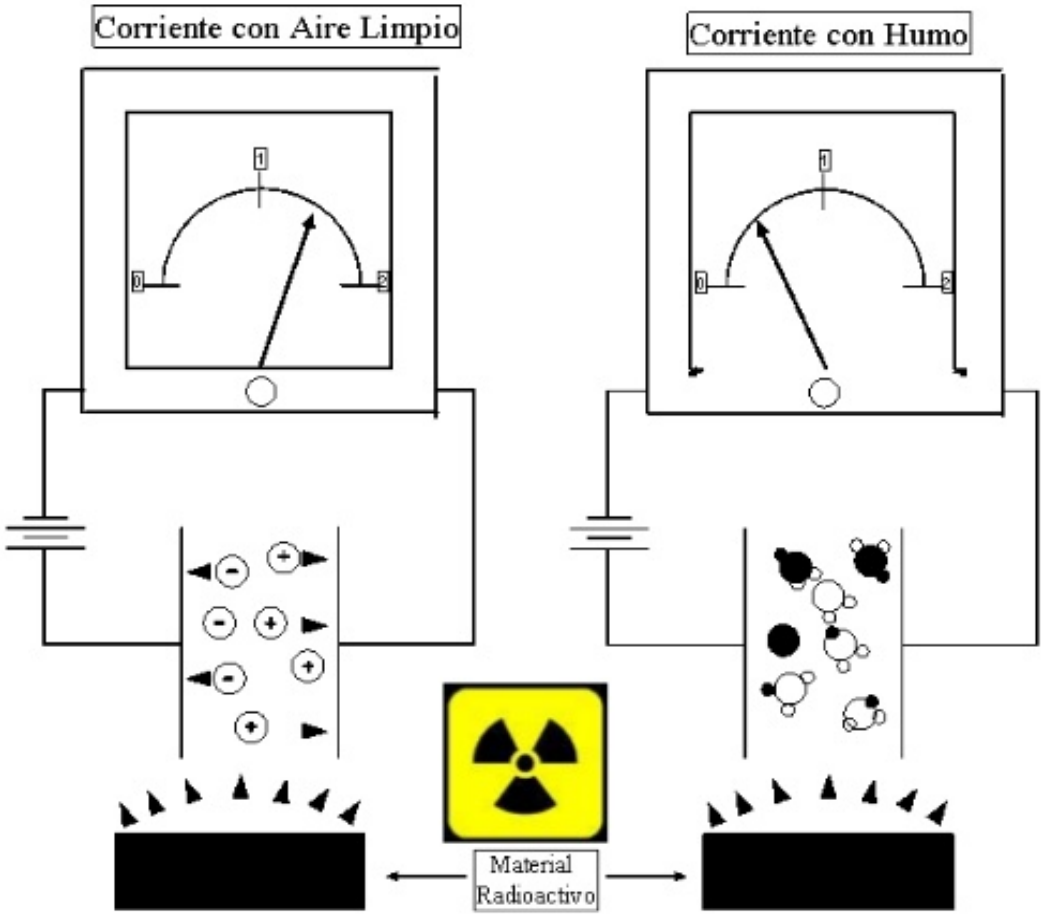


Figura 3-04 Detector de humo Iónico

3.3.4. Detector de humo fotoeléctrico

El detector emite un haz luminoso en la cámara de detección, que llega a través del aire hasta el dispositivo foto sensitivo. Cuando la presencia de partículas de humo en suspensión, generadas durante el proceso de combustión afecta a la propagación del haz luminoso a través del aire, esto permite detectar la presencia de fuego de dos formas, por oscurecimiento de la intensidad luminosa y por dispersión del haz luminoso.

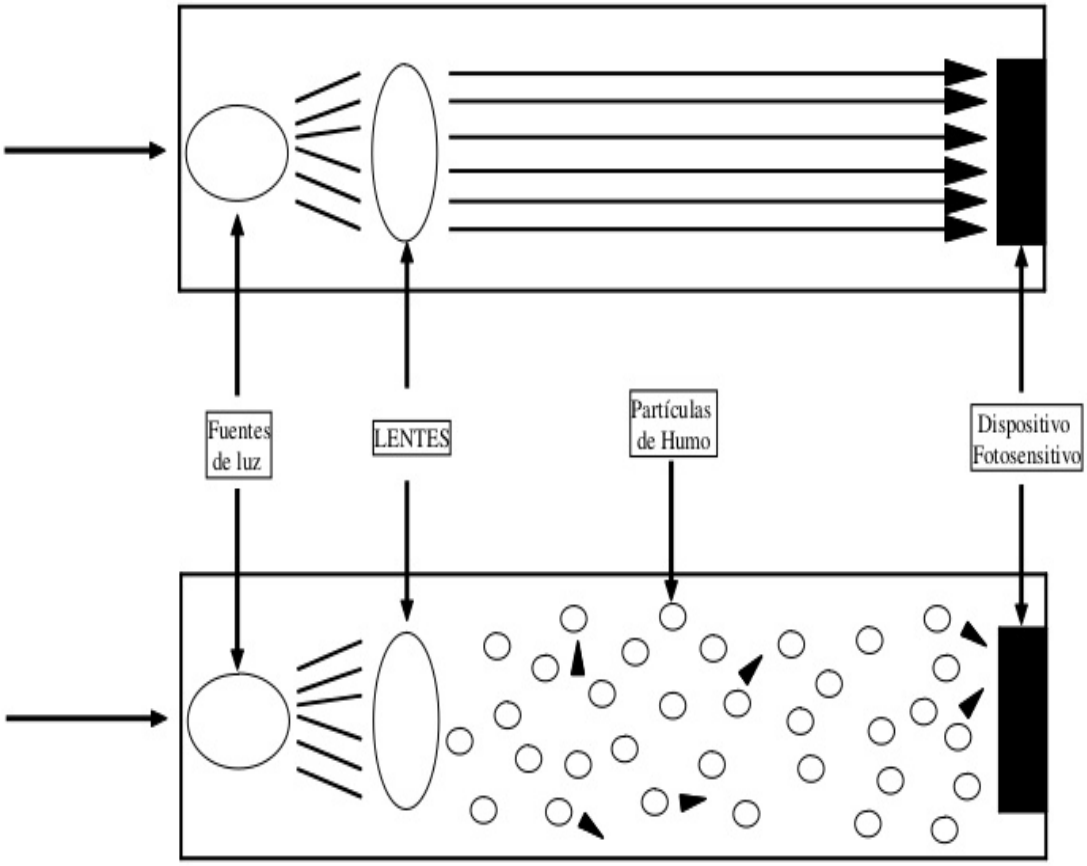


Figura 3-05 Detector de humo fotoeléctrico

3.3.5. Módulo de monitoreo

Los módulos de monitor FMM supervisan un circuito de dispositivos de entrada de contacto en seco, de los componentes que no pueden comunicarse con el panel control de alarma tales como detectores de temperatura, detectores de calor, sensores de flujo, sensores de presión.

3.3.6. Módulo de control

Los módulos de control FCM permiten la activación de bocinas o estrobos, por zonas, así como la conmutación de audio, liberación de control de accesos, paro de

manejadoras de aire, captura de elevadores, o alguna otra función que requiera actuación de un relevador. Este dispositivo posee 24 Vcc que vienen de una fuente de poder externa, al activarse, libera los 24 Vcc activando el componente que se requiera (sirenas, campanillas, etc.).

3.3.7. Módulo de relé

El módulo de relé direccionable FRM proporciona al sistema una salida de contacto seco para activar una variedad de dispositivos auxiliares, como ventiladores, amortiguadores, equipos de control, etc. La capacidad de direccionamiento permite que el contacto seco se active, ya sea manualmente o a través de la programación del panel

Figura 3-06 Módulo de monitoreo NOTIFIER

3.3.8. Cable térmico

Es un cable térmico el cual a la temperatura establecida de 68°C, el polímero sensible al calor cede ante la presión que percibe, permitiendo el contacto de los conductores interiores generando la señal de alarma. Al ser un componente que no pueda comunicarse con el panel de control, se ocupa un módulo de monitoreo para indicar la alarma cuando se active.

Figura 3-07 Cable térmico

3.3.9. Detector de llama

Este dispositivo detecta energía radiante en la sección de la onda corta de las porciones ultravioletas e infrarrojas del espectro electromagnético. Las señales de ambos sensores se analizan para la frecuencia, la intensidad y la duración que permite procesar la información para analizar si es una llama o una falsa alarma. Al ser un contacto seco, utiliza un módulo de monitoreo.

3.3.10. Pulsador de alarma

Se utiliza para para generar condición de alarma del sistema de forma manual, de esta manera, se alertará a las personas de que hay un incendio en el edificio, alertando así de que hay que evacuar el edificio por su seguridad. Al ser un contacto seco, utiliza un módulo de monitoreo.

Figura 3-08 Pulsador de alarma

3.3.11. Sensor de flujo

Este detector se activará cada vez que fluya agua por demanda del sistema. Por ser un equipo convencional que entrega contactos secos (Normal Abierto) utilizará un módulo de monitoreo para direccionar su posición y activación.

3.3.12. Sensor de presión

Se activará cada vez que baje la presión en el Trim de alarma. Por ser un equipo convencional que entrega contactos secos (Normal Abierto) utilizará un módulo de monitoreo para direccionar su posición y activación.

3.3.13. Válvulas de mariposa

Se activará cada vez que sea cerrada la válvula, provocando una alerta en la central de Incendio. Por ser un equipo convencional que entrega contactos secos (Normal Abierto) utilizará un módulo de monitoreo para direccionar su posición y activación.

3.4. TIPOS DE SISTEMAS DE BOMBEO DE PRESIÓN CONSTANTE Y SU FUNCIONAMIENTO

Son aquellos sistemas de bombeo en donde se suministra agua a una red de consumo, mediante unidades de bombeo que trabajan directamente contra una red cerrada. Los sistemas de bombeo a presión constante se clasifican en dos grupos principales:

3.4.1. Sistema de bombeo de presión constante con válvulas reguladoras

Son aquellos sistemas en donde dos o más bombas trabajan en paralelo a una velocidad invariable para cubrir demandas de consumo instantáneo de la red servida. Un nombre más apropiado para estos sistemas sería el de sistemas de bombeo continuo a velocidad fija. A pesar de lo anteriormente expuesto, estos sistemas se convierten en sistemas de presión constante con el uso de válvulas reguladoras, que son usadas cuando en la red se requiere en verdad, una presión uniforme. En estos sistemas el funcionamiento aditivo de las bombas se efectúa mediante los diferentes métodos de registrar la demanda en la red; lo cual sirve además para clasificarlos.

- Sensor diferencial de presión: Estos tipos de sistemas incorporan una placa de orificio, tubo Venturi, inserto corto o cualquier otro mecanismo medidor de caudal que acciona un presostato diferencial para lograr un funcionamiento aditivo de las bombas.

3.4.2. Válvulas reguladoras de caudal

Consiste en un bloque que contiene una válvula de estrangulación en paralelo con una válvula antirretorno. La estrangulación, sirve para variar el caudal que lo atraviesa, por lo tanto, para regular la velocidad de desplazamiento del vástago de un cilindro. También se conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional.
La válvula antirretorno cierra el paso del aire en un sentido y el aire ha de circular forzosamente por la sección estrangulada.

3.4.3. Válvulas de regulación de presión

Tiene la misión de mantener constante la presión en su salida independientemente de la presión que exista a la entrada. Tienen como finalidad fundamental obtener una presión invariable en los elementos de trabajo independientemente de las fluctuaciones de la presión que normalmente se producen en la red de distribución.

CAPITULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA EL PROYECTO

4.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SUPRESIÓN

El presente proyecto está enfocada dentro de una edificación, está destinada para el uso en plantas químicas, en este caso un estanque de almacenamiento de trementina, donde la combustibilidad es alta, por ello debe contar con un sistema fijo de extinción de incendios por lo cual se esperan incendios con un alto índice de liberación de calor. Por consiguiente el tipo de riesgo adoptado para el proyecto es Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2):

- Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy altas y hay presentes líquidos inflamables, polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles, o donde se resguarden cantidades importantes de productos combustibles.

Tomando en cuenta estas especificaciones, los métodos de supresión y recomendaciones de NFPA establecidas del presente proyecto, el método adecuado para la extinción y control de un incendio es un “Sistema de diluvio”, método que consiste en la reducción de la temperatura de los combustibles, usando como fluido el agua. Ya que el agua es eficaz y ha sido durante mucho tiempo el agente extintor más conocido y difundido.

Básicamente, el agua puede apagar el fuego por emulsión (dilución del combustible), por ahogo (dilución del agente oxidante) y, principalmente, por enfriamiento (eliminación del calor).

Tabla 4-01 método de Supresión

Riesgo Determinado	Riesgo Extra 2
Método Seleccionado	Método por enfriamiento
Fluido Seleccionado	Agua

4.1.1. Selección de rociadores

Un sistema de rociadores es un sistema integrado por tuberías subterráneas y/o aéreas y cuya instalación incluye, en primer lugar, fuentes de abastecimiento automática de agua, la parte del sistema de rociadores que se ubica sobre el terreno la cuál es una red de tuberías especialmente dimensionada y diseñada hidráulicamente instalada en un edificio, estructura o área a la cual se anexan rociadores. Su característica más interesante de los rociadores actúa por consecuencia del equipo en sí que está en contacto directo y además de cubrir los lugares donde está el riesgo, obteniéndose un perfecto control y una extinción del fuego más. Al mismo tiempo facilitan el acceso al área incendiada, ya que limpian la atmósfera, no perturbando la visibilidad de las brigadas de emergencias, además de un corte rápido del sistema si así fuese requerido.

4.1.2. Sistema de extinción seleccionado

Se seleccionó un “sistema de diluvio con electroválvula eléctrica”. Los sistemas de diluvio con electroválvula por activación eléctrica son comúnmente utilizados en instalaciones de incendio donde se busca aplicar la descarga de agua mediante el empleo de rociadores abiertos y donde la apertura de la electroválvula se acciona mediante un voltaje nominal de 24 Vcc el cual se activará automáticamente cuando un detector se enclave..

4.1.3. Componentes a utilizar para el proyecto

La Protección de detección incendios para el tanque de trementina, estará compuesto por 1 Sistema Convencional dedicado y será capaz de interactuar automáticamente con el Sistema de Extinción y será supervisado en todas sus etapas de funcionamiento, por el Sistema de Monitoreo Centralizado de Alarma de Incendio de la Planta y el Distributed Control System (DCS), actualmente instalados y funcionando en Planta.

- Se utilizara un panel de descarga marca NOTIFIER modelo RP-2002E. Este panel tendrá asociado equipos tales como: Detector antiexplosivo de temperatura,

pulsador de descarga, botón de aborto, solenoide de disparo, sirena de aviso audible y estroboscópica. Este panel será exclusivamente para la detección y extinción del sistema.

- Las señales de alarma, falla y descarga del panel convencional RP-2002E, serán reportados al panel de control de alarma de la Planta. A demás supervisará los dispositivos del sistema de extinción por diluvio: Sensor de flujo, sensor de presión y estado de válvula de corte a través de módulos de monitoreo FMM.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Anteriormente se describió el sistema de supresión para el proyecto el que consiste en un sistema de diluvio con un método de enfriamiento por agua. Para que el sistema se entienda, se describirá el funcionamiento de la protección contra incendios automática en caso de un siniestro en el tanque de trementina.

Se asimilará que el tanque a proteger, se encontrará rodeado por un cable térmico (1), el cual a una temperatura de los 68° C se cortocircuitara enviando una señal al panel Convencional RP-2002 (2) el cual estará supervisando el tanque de trementina. El panel activará las señales correspondientes de alarma y al mismo tiempo enviará 24 Vcc activando la válvula de solenoide (3). La cámara de cebado (4) de la válvula de diluvio pierde agua a mayor velocidad de la que entra por el orificio de restricción (5), permitiendo que la válvula se abra. Al abrirse la válvula, el agua se distribuye por las tuberías hacia todos los rociadores abiertos (6) que se encuentran sobre el tanque de trementina en distintos puntos para extinguir el fuego. De esta manera el sistema de protección contra incendios actúa de manera automática en caso de un siniestro. La siguiente figura se encuentra con los números correspondientes a la descripción del funcionamiento del sistema de diluvio para el tanque de trementina.

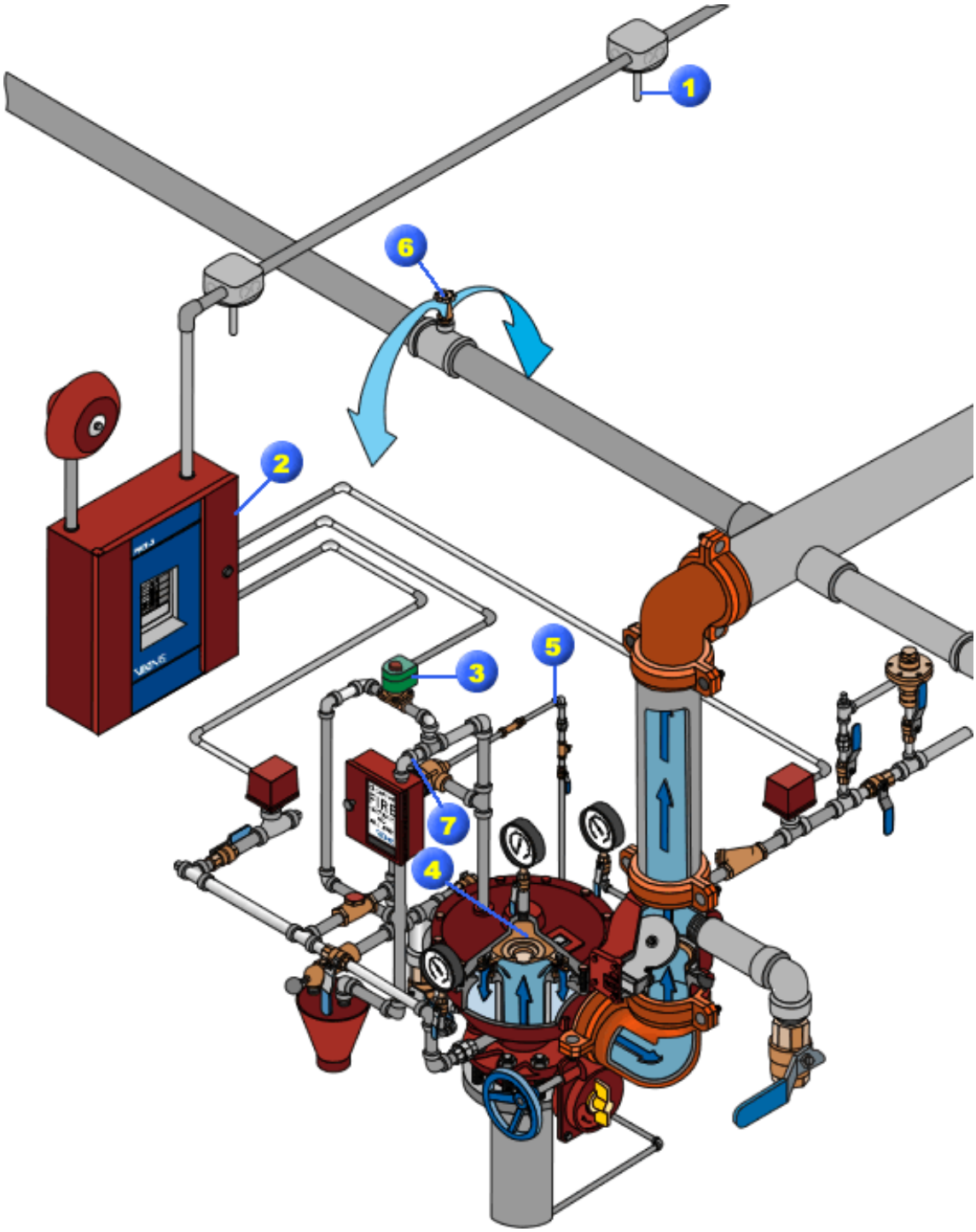


Figura 4-01 Descripción del sistema de diluvio automático

4.3. CAUDAL NECESARIO EN EL SISTEMA DE BOMBEO

Según las normas NFPA 13 para calcular el caudal necesario en un sistema de bombeo se determina un área de diseño (área de operación de rociadores) para riesgos extras grupo II que varía entre 1500 pies^2 a 5000 ft^2. Dependiendo Se seleccionó un área de operación de rociadores de 3000 ft^2 (279 m^2).

- Caudal total para los rociadores: 360 gpm.
- Caudal necesario para grifos: 1168 gpm.
- Caudal Total Requerido: 1528 gpm.

4.3.1. Selección del caudal de la bomba principal

Sabiendo que la bomba debe vencer la resistencia que ofrece el sistema, en el cálculo realizado anteriormente se determinó el caudal necesario para el sistema contra incendios de 1528 gpm, por medio de la tabla 4-02 obtenida de la norma NFPA 20, se observan los caudales que manejan las bombas centrífugas contra incendio normadas NFPA.

Tabla 4-02 capacidades de bombas centrifugas contra incendio

gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	750	2839
50	189	1000	3785
100	379	1200	4731
150	568	1500	5677
200	757	2000	7570
250	946	2500	9462
300	1136	3000	11355
400	1514	3500	13247
450	1703	4000	15140

500	1892	4500	17032

Según requerimientos se debe seleccionar una bomba de 2000 gpm, tomando en cuenta que las bombas contra incendios Normadas NFPA están diseñadas para funcionar al 150% del caudal total requerido, punto en el cual su presión de diseño no debe ser menor al 65%.

Actualmente se cuenta con un sistema de motobomba instalado operativo, con los requerimientos mencionados anteriormente que puede entregar hasta 2500 gpm, con lo cual no es necesario la compra y/o instalación de un equipo nuevo.

En este caso se puede acoplar a la línea matriz de la red contra incendios que pasa por las cercanías del área del sistema a proteger.

Tipo de bomba: Bomba centrifuga de incendio UL/FM.
Fabricante: Peerless Pump
Modelo: 8AEF170
N° Serie: 9927035040-10-A
Galonaje Nominal: 2500 GPM
Galonaje 150%: 3750 GPM
Presión Nominal: 149 PSI
RPM Nominal: 2100
Presión 150%: 132 PSI
Presión MAX: 159 PSI
Presión de Succión MAX: 16 PSI
BHP Nominal: 281
BHP MAX: 350

Figura 4-02 Características técnicas Bomba Principal

4.4. CAUDAL DE LA BOMBA JOCKEY

La bomba Jockey o sostenedora de presión se selecciona para mantener presurizado el sistema en caso de pequeñas fugas debido a válvulas mal cerradas y/o pequeñas fugas a causas de algún problema en el sistema de tuberías, se ha determinado que su capacidad variará entre el 1 al 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal (2500 gpm), por lo tanto el caudal de la bomba jockey es:

Tabla 4-03 Caudal Bomba Jockey

Caudal =	4% *	Q^{Bomba}
Caudal=	4% *	2500gpm
Caudal=	100 gpm	

Cuando el sistema tenga fugas o variaciones bajo los 100 gpm, la bomba Jockey se activará, evitando que la bomba principal tenga que funcionar.

Bomba

Marca: Grundfos
Modelo: A96513345P31133
Número de Serie: G001
Velocidad: 2899 RPM

Motor Eléctrico

Marca: Grundfos
Voltaje: 380 VAC
Velocidad: 2890 RPM
Potencia: 2.2 HP

Figura 4-03 Características Bomba Jockey

4.4.1. Tablero de control bomba Jockey

La bomba Jockey se encarga de mantener todo el sistema presurizado y compensa en caso de pequeñas fugas en el sistema.

Los componentes estándares de un controlador para una bomba jockey son los siguientes: Breakers, contactor, relé térmico, interruptor de presión.

4.5. TABLERO DE CONTROL BOMBA DIESEL

El tablero de control de una bomba contra incendios está diseñado de tal manera que asegure que el equipo entregue su vida técnica en presencia de un siniestro. El tablero de control integra un control electrónico montado sobre un circuito impreso y encapsulado para protegerlo de la humedad que existe siempre en los lugares o zonas donde se instalan los tableros.

Este control arranca el motor de acuerdo a la señal que recibe del transmisor de presión, básicamente el control electrónico es el que opera el sistema en posición de automático, recibe la señal de los electrodos del cabezal del sistema mandando las respuestas de salida de arranque, así de esta manera, el motor estará funcionando al 100% sin poder detenerse de manera automática, solo se detendrá de forma manual.

Figura 4-04 Tablero de control de motor eléctrico

Los tableros de control de los equipos de bombeo con motores eléctricos contarán con los siguientes elementos:

- Tarjeta de poder con transformador, con relé de salida.
- Breakers.
- Contactores.
- Válvula solenoide.
- Transductor de presión.
- Impresora (opcional).
- Pantalla fluorescente de interface con 80 caracteres montada en la puerta, botones de control tipo membrana y leds indicadores de fácil lectura.

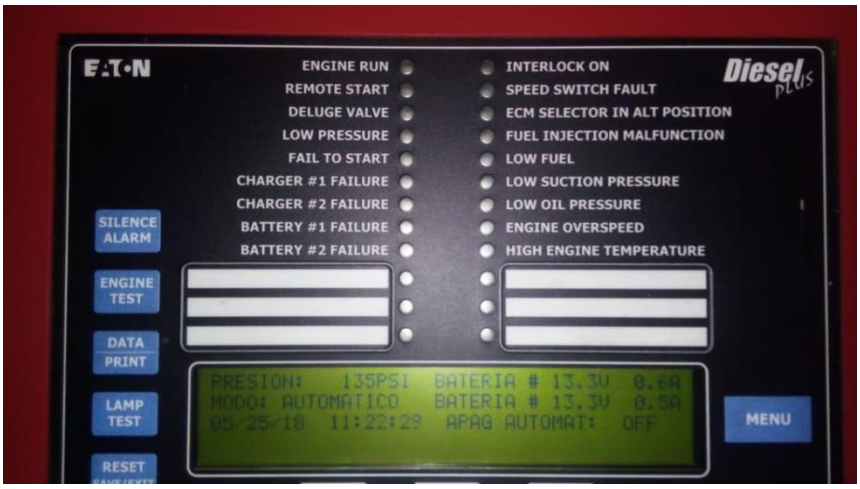


Figura 4-05 leds de lectura

- Tarjeta de control lógico con software de protocolo y puerto USB.
- Menú para configuración de parámetros de operación, protocolo de pruebas.
- Almacenan todos los eventos que se presentan con una frecuencia que puede variar cada 15 seg., 30 seg., 1 minuto. Pudiendo guardar hasta 8000 eventos.

4.6. VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Para calcular el volumen de la fuente de abastecimiento de agua para el sistema contra incendios está dado por varios factores los cuales dependen principalmente del tipo de protección a instalar y de la clasificación que la edificación tenga según el riesgo por la actividad que realice.

Se puede considerar varios tipos de fuentes de abastecimiento con sus condiciones de uso.

4.6.1. Fuentes inagotables

El suministro de estas fuentes debe garantizar el caudal que necesite el sistema contra incendios al que sirve, debe de tenerse en cuenta que podrían existir períodos de sequía que pudieran afectar alguna de estas fuentes.

Entre éstas están consideradas las fuentes naturales como ríos, lagos, mares, y las artificiales como pueden ser embalses, pozos, canales, etc.

4.6.2. Depósitos o cisternas

Éstos serán para uso exclusivo del sistema contra incendios, en caso contrario las tomas de salida para otros usos deberán estar ubicadas por encima del nivel máximo de la reserva para el sistema contra incendios. Existen depósitos construidos bajo superficie, sobre superficie, elevados y de presión. Entre éstos están los que se succiona agua por medio de equipos de bombeo, y los que distribuyen el agua por gravedad.

Según la norma para sistemas contra incendios se debe utilizar una cisterna elevada.

El volumen del reservorio para el abastecimiento de agua es el siguiente:

V=Volumen

Q= Caudal Total Requerido

T= Tiempo de Funcionamiento

Tabla 4-04 Cálculo de volumen requerido para el sistema nuevo

V= Q x t
V= 1528 gpm x 60 min
V= 91680 Gal/
1 Gal =0.003785m^3
V= 346.7 m^3 = 347m^3

El depósito necesario para satisfacer las necesidades del equipo instalado, actualmente está en servicio en planta, tiene una capacidad de 1500 m^3, cumpliendo la demanda mínima del nuevo sistema de 350 m^3.

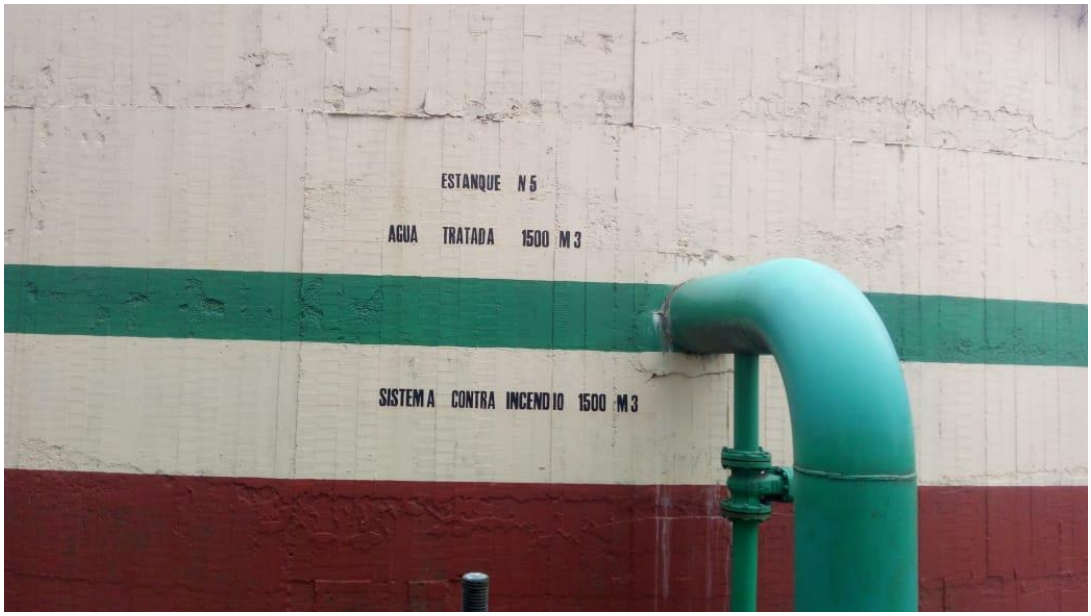


Figura 4-06 Depósito de agua existente

4.7. EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIO EN BASE A LA NORMA NFPA 20

Anteriormente se ha determinado que la bomba diésel y cisterna actual cumplen para satisfacer los requerimientos calculados de presión y caudal, por consecuencia no es necesario adquirir elementos nuevos de succión y cisternas, por lo que es factible acoplarnos a la matriz de la red contra incendios sin afectar el rendimiento de la bomba diésel y el área de protección establecida.

4.8. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO A BASE DE AGUA

La norma NFPA 25 establece los requerimientos mínimos que se deben establecer para la inspección periódica, prueba y mantenimiento de un sistema de protección contra incendios a base de agua. El objetivo principal es proporcionar los requerimientos para garantizar un grado razonable de protección de la vida y propiedad contra incendios por medio de métodos mínimos de inspección, prueba y mantenimiento para sistemas de protección de incendios a base de agua.

Las pruebas de un sistema contra incendios es mediante un procedimiento que determine el estado de las partes por chequeo físico llevados periódicamente como: Pruebas de flujo de agua, prueba de la bomba, pruebas de alarmas, pruebas de tuberías, pruebas de válvulas de inundación.

Si se realizan correctamente las inspecciones periódicas, pruebas y mantenimientos, los equipos se mantendrán en excelentes condiciones y algún defecto o daño puede ser descubierto y solucionado.

Esta tarea debe ser realizada por medio de personal capacitado a través de entrenamiento y experiencia.

4.9. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

Dentro de los componentes eléctricos encontramos los switch de presión, flujo de agua, switch estado de válvulas, módulos de monitoreo, módulos de control, sirenas, panel de control de alarma, electroválvula, solenoide, etc.

Estos dispositivos tienen que tener una mantención trimestral, realizando pruebas y mantenciones para corroborar su buen funcionamiento.

Se debe inspeccionar que los componentes no estén con humedad, polvo o con corrosión para evitar el mal funcionamiento.

Las baterías de respaldos deben estar totalmente cargadas, de no ser así pedir cambio inmediato.

4.10. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE ROCIADORES

Los rociadores deben inspeccionarse desde el nivel del suelo anualmente.
Los rociadores no deben mostrar señales de filtraciones; deben estar libres de corrosión, materiales extraños, pintura y daño físico; y deben estar instalados en la orientación correcta (montante, colgante o en pared lateral).
Cualquier rociador que muestre señales de filtraciones; se haya pintado por persona diferente al fabricante; esté oxidado, dañado, o cargado; o en orientación impropia debe reemplazarse.

4.11. INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBAS DE BOMBA DE INCENDIO

Según la norma NFPA 25 de acuerdo a la siguiente Tabla, podemos determinar con qué frecuencia se debe realizar la inspección, prueba y mantenimiento para bombas de incendio.

Tabla 4-05 Inspección y mantenimiento de Bombas de Incendios

ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Inspección	Semanal
Sistema de bombas de incendios incendio	Inspección	Semanal
Operación de la bomba (sin	Prueba	Semanal
Operación de la bomba (con	Prueba	Anual
Hidráulico	Mantenimiento	Anual
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable
Regulador, diferentes	Mantenimiento	Variable
Motor	Mantenimiento	Anual
Sistema de máquina diésel,	Mantenimiento	Variable

El objeto de la inspección será verificar que el equipo de la bomba aparece en condiciones de operación y está libre de daño físico.

Condiciones del sistema eléctrico:

- La luz piloto del regulador de encendido está iluminada.
- La luz piloto normal del conmutador de transferencia está iluminada.
- La luz piloto de la fase de alarma está apagada o la luz piloto de la fase normal de rotación está encendida.
- El nivel de aceite en la ventanilla indicadora está normal.

Las pruebas Deben realizarse una prueba semanal de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua. Esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente. La bomba eléctrica debe funcionar por un mínimo de 10 minutos.

Antes de proceder a cualquier intervención en la bomba, se deben tomar medidas preventivas para evitar una puesta en marcha involuntaria. Es oportuno informar a las partes correspondientes que el equipo será intervenido para que el personal eléctrico y mecánico realice el bloqueo de marcha del sistema.

En lo que respecta a los equipos de mando eléctrico, el interruptor de alimentación debe estar bloqueado y los fusibles quitados. Para limpiar las piezas deben ser con líquidos adecuados.

CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DISEÑADO

5.1. ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Una vez determinado los equipos y accesorios necesarios para la implementación y operación de un sistema de protección contra incendios, incluido los caudales necesarios para la operación óptima del sistema y con ello se logra determinar qué tanto como el equipo de bombeo y el depósito de agua existente, cumplen con las demandas de operación del equipo de protección. Por lo cual sólo queda identificar los costos de adquisición Trim de alarma. Actualmente la empresa que realiza cotizaciones de los sistemas de protección contra incendios en planta CMPC, proporciona todo lo necesario para que la obra sea vendida completa. La empresa cuenta con equipos y repuestos de marcas de equipos aprobados y listados por NFPA necesarios para una correcta función.

Tabla 5-01 Costo total del SPCI del tanque de trementina

PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN SPCI

Fecha Cotización		Cotización N°	
Nombre Proveedor		N° Proveedor SAP	
Dirección Proveedor		Rut	
E-Mail		Teléfono		Móvil	
Cotizador		Forma de Pago		días
Solicitante		Proyecto	

Area y descripción

Item " Tk trementina / Sistema Rociadores Automaticos / Area Digestor Continuo

ITEM 1: MANO DE OBRA

Ítem	Descripción	N° pers	Unid	Cant	Precio Unit	Precio Total
1.1.	Prevencionista de Riesgos	1	Hr	224	$ 6.400	$ 1.433.600
1.2.	Dibujante	1	Hr	32	$ 6.100	$ 195.200
1.3.	Ingeniero Responsable	1	Hr	48	$ 9.800	$ 470.400
1.4.	Supervisor	1	Hr	224	$ 7.400	$ 1.657.600
1.5.	Maestro	2	Hr	224	$ 5.900	$ 2.643.200
1.6.	Tecnico	8	Hr	224	$ 5.400	$ 9.676.800
					Sub Total	**$ 16.076.800**

ITEM 2: MATERIALES

Item	Descripción	Unid	Cant	Precio Unit	Precio Total
2.1.	Panel de Alarma convencional 220 vac, RP-2002E No	c/u	1	$ 729.960	$ 729.960
2.2.	Baterias de respaldo de 7 AH, 12 vdc	c/u	1	$ 14.784	$ 14.784
2.3.	Pulsador de Descarga con Abortador, Notifier	c/u	1	$ 95.040	$ 95.040
2.4.	Sirena estroboscopica Exterior	c/u	1	$ 71.280	$ 71.280
2.5.	Campanilla de Alarma de Descarga	c/u	1	$ 37.488	$ 37.488
2.6.	Modulo de Monitoreo, Notifier	c/u	6	$ 38.914	$ 233.484
2.7.	Cableado de Incendio FPLR para loop	carrete	1	$ 221.760	$ 221.760
2.8.	Cable detector de calor modelo TC-155NG 68° C	m	50	$ 10.201	$ 510.050
2.9.	Rociador Up-Rigth ESFR 3/4" K=16,8 79°C	c/u	8	$ 9.820	$ 78.560
2.10.	boquillas ProtectoSpray Tipo D3	c/u	16	$ 38.900	$ 622.400
2.11.	Cañeria ANSI 304 de 6" Sch - 10	m	6	$ 15.823	$ 94.937
2.12.	Cañeria ANSI 304 de 3" Sch - 10	m	24	$ 5.276	$ 126.623
2.13.	Cañeria ANSI 304 de 1 1/2" Sch - 10	m	210	$ 3.576	$ 750.949
2.14.	Codo de 6" 90°	c/u	6	$ 11.266	$ 67.595
2.15.	Codo ranurado inox de 1 1/2" 90°	c/u	32	$ 4.820	$ 154.240
2.16.	codo ranurado inox de 3" 90°	c/u	8	$ 6.870	$ 54.960
2.17.	Reducción de 6" x 3"	c/u	6	$ 5.696	$ 34.177
2.18.	Soportación pera de 6"	c/u	4	$ 1.092	$ 4.370
2.19.	Codo 90° de 2" roscado	c/u	3	$ 759	$ 2.277
2.20.	Soportación pera de 2"	c/u	150	$ 370	$ 55.443
2.21.	Soporte Transversal de 3"	c/u	16	$ 28.750	$ 460.000
2.22.	Soporte Longitudinal de 1 1/2"	c/u	20	$ 28.750	$ 575.000

2.23.	trim de alarma completo diluvio	c/u	1	$ 1.880.000	$ 1.880.000
2.24.	Válvula corte de suministro ULFM de 6"	c/u	1	$ 275.600	$ 275.600
2.25.	Válvula Angular Certificada UL y FM 2 1/2" H-M	c/u	3	$ 47.850	$ 143.550
2.26.	Materiales menores	gl	1	$ 1.107.595	$ 1.107.595
				Sub Total	**$ 8.402.122**

ITEM 3: OTROS

Item	Descripción	Unit	Cant	Precio Unit	Precio Total
3.1.	Máquinas elevadoras	gl	1	$ 202.532	$ 202.532
3.2.	Instalación de Faena	gl	1	$ 139.241	$ 139.241
3.3.	Baños químicos	gl	60	$ 3.671	$ 220.253
3.4.	Agua (por ley)	gl	60	$ 5.359	$ 321.519
3.5.	Colación y Alojamiento	gl	180	$ 28.700	$ 5.166.000
3.6.	Vehiculo corporativo y combustible	gl	60	$ 48.000	$ 2.880.000
				Sub Total	**$ 8.929.544**

SUB TOTAL		**$ 33.408.466**
Descuento	0,0%	$ 0
TOTAL NETO		**$ 33.408.466**
IVA	19,0%	$ 6.347.609
TOTAL PRESUPUESTADO		**$ 39.756.074**

CONCLUSIONES

Mediante un respectivo análisis al área consultada y tomando en cuenta su actividad, es necesario emplear un sistema de extinción automática para el estanque de almacenamiento de trementina, una vez analizado el riesgo, clasificado y aplicando el método de extinción y control adecuado para evitar daños a personas principalmente y por consecuencia minimizar los daños a la propiedad y proceso.

La evaluación, necesidad del sistema contra incendios permitió identificar la inexistencia de sistemas de extinción en el estanque de trementina de la planta CMPC Planta Laja y la prácticamente nula seguridad contra incendios.

Considerando la red matriz existente del sistema de protección contra incendios, posee una buena distribución de zonas de protección, se puede incluir el equipo para proteger el estanque, ya que como arrojaron los cálculos de caudal necesarios para el sistema y el depósito de agua, no se vería afectado el sistema existente.

Los programas de inspección, mantención y prueba recomendados por la NFPA de los Sistemas de Protección Contra Incendios (SPCI) son vitales para la eficacia en su actuar y durabilidad de los equipos, garantizando por consecuencia un alto grado de protección para la vida humana y la propiedad.

Actualmente se cuenta con una empresa de mantención de los equipos de protección contra incendios en CMPC Planta Laja, que además proporciona repuestos necesarios. La empresa cuenta con un departamento para la instalación de nuevos equipos, los cuales son distribuidos para la venta e instalación de todos los equipos, certificados y aprobados con las recomendaciones de NFPA, necesarias para la normalización de los sistemas.

RECOMENDACIONES

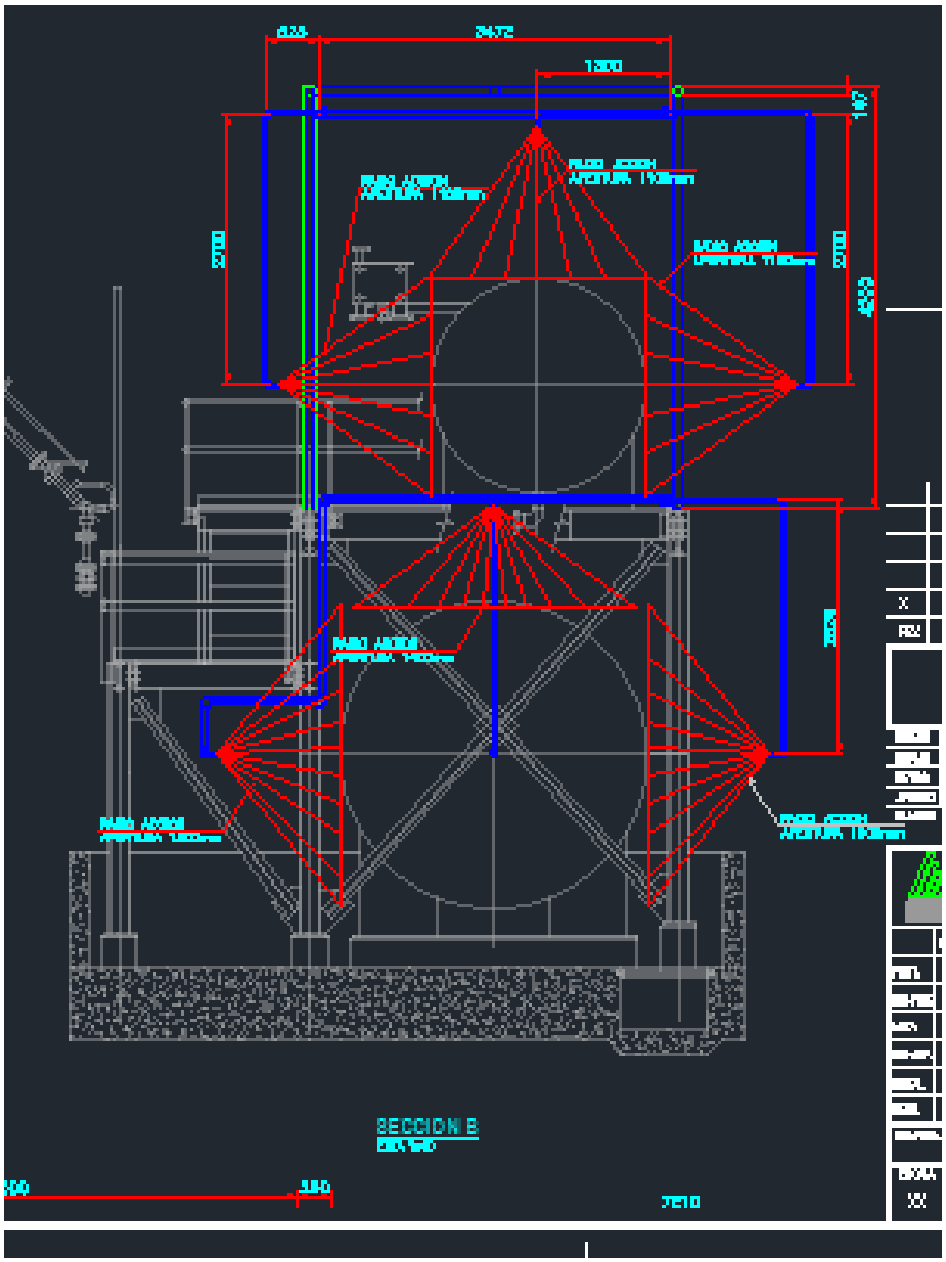
1. Se debe realizar capacitaciones NFPA constantes y específicas para el personal a cargo de inspeccionar, probar y mantener los sistemas para un correcto funcionamiento.
2. Un programa de inspección periódica, prueba y mantenimiento debe ser realizado por el personal capacitado, los cuales serán encargados de corregir anomalías de los sistemas, entregándolos en informes por separado de inspección, mantención y pruebas según corresponda.
3. El proyecto evaluado, puede ser implementado en otras edificaciones de mayores o menores magnitudes, realizando los respectivos cálculos de caudal, y de área a proteger.

BIBLIOGRAFÍA

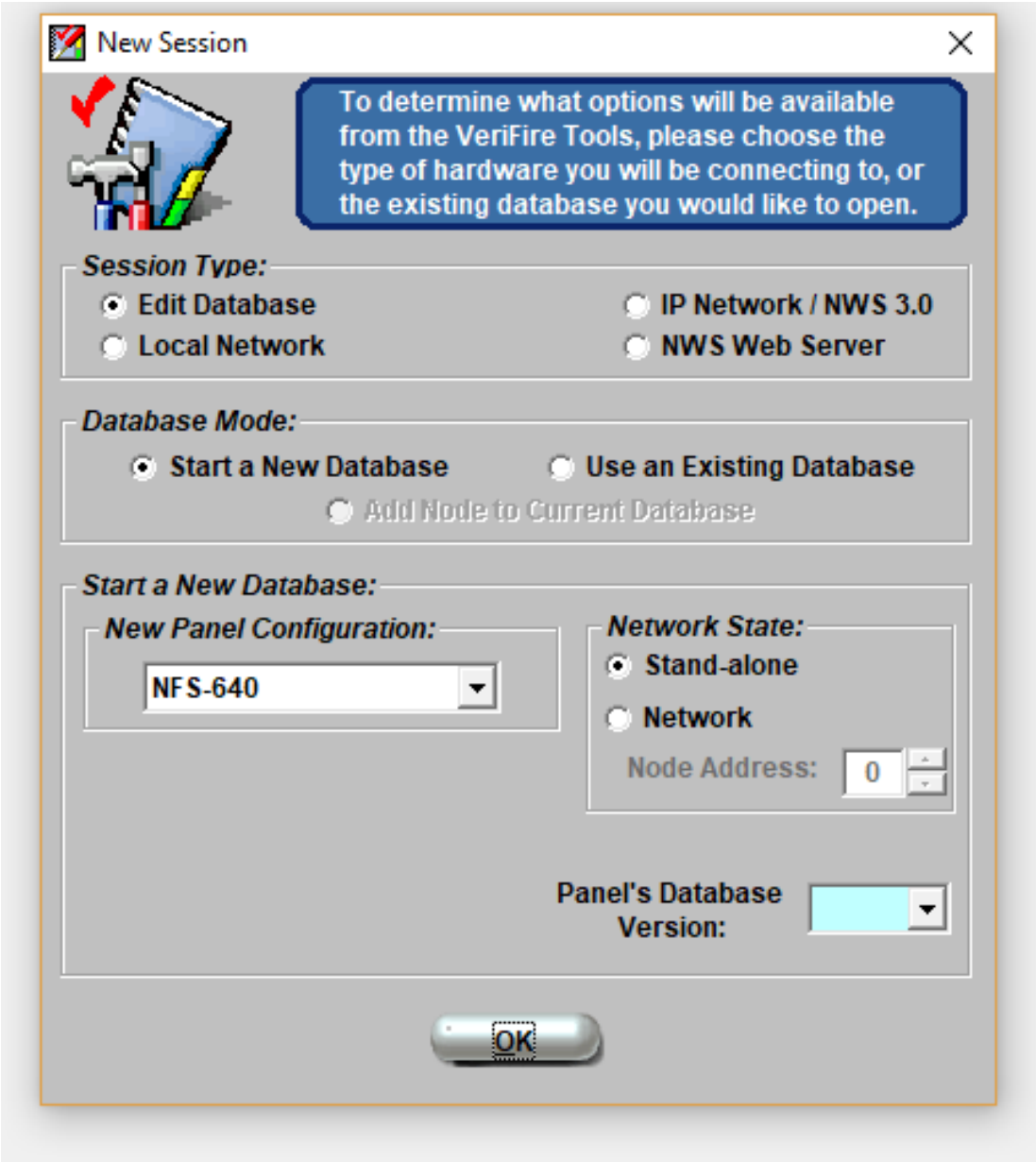
- Manual de protección contra incendios, NFPA, décimo séptima edición.
- National Fire Protection Association NFPA 13, edición 2007
- National Fire Protection Association NFPA 20, instalación de bombas
- estacionarias de protección contra incendios, edición 2007.
- National Fire Protection Association NFPA 25, norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas protección contra incendios, edición 2008.
- material propio catalogo TYCO-NFPA información, datos, imágenes actuales a lo largo de los años de trabajo en empresa a cargo de los equipos contra incendio. 2015 a 2018.
- material local cmpc laja, información, datos, imágenes de acuerdo a los sistemas actuales de protección contra incendios, 2018.
- http://www.mantenimientopci.com/index.php/plan-de-mantenimiento-preventivo-pci
- http://www.gapsac.com/sistemas_y_productos6.php
- https://sistemadeproteccioncontraincendios.blogspot.com/2016/01/calculode-la-bomba-principal.html

ANEXO

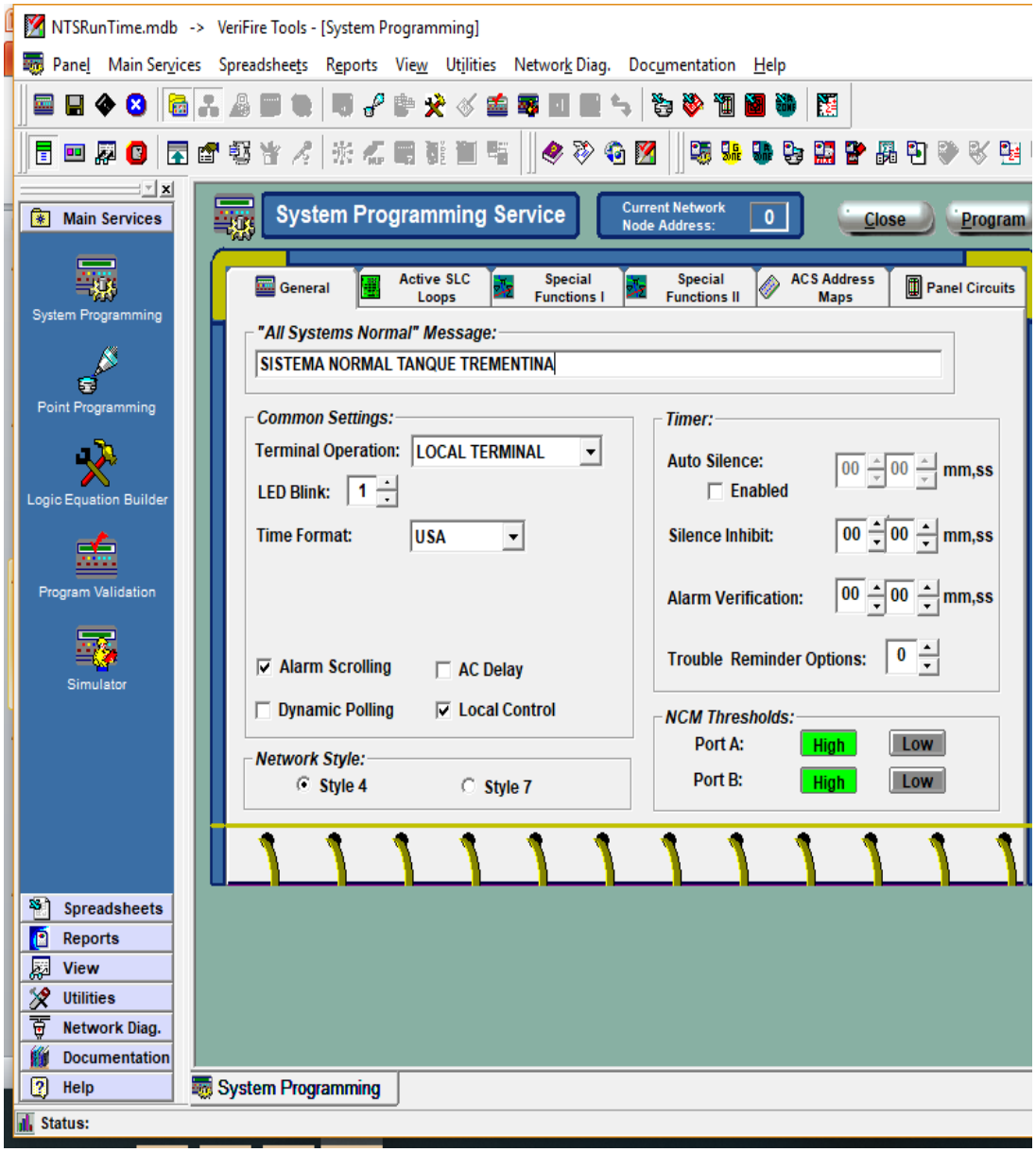
Tanque de Trementina proyectado. En azul se encuentra las tuberías rodeando el tanque de trementina. Lo rojo, sería el agua pulverizada.



Programación VeriFire tools; Se selecciona Edit Database para crear una base de datos nueva o editar una base de datos existente.

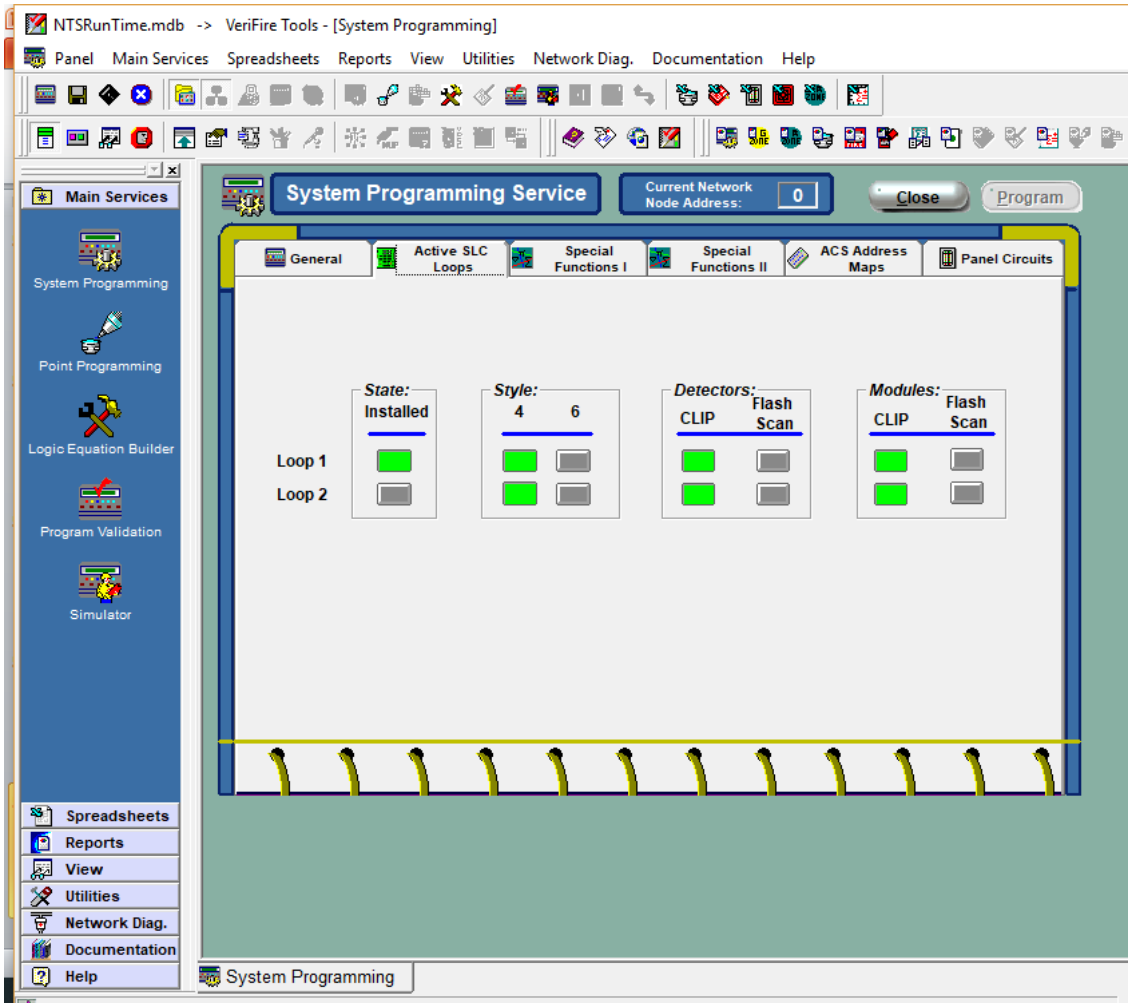


Nombre del proyecto, tanque de trementina.

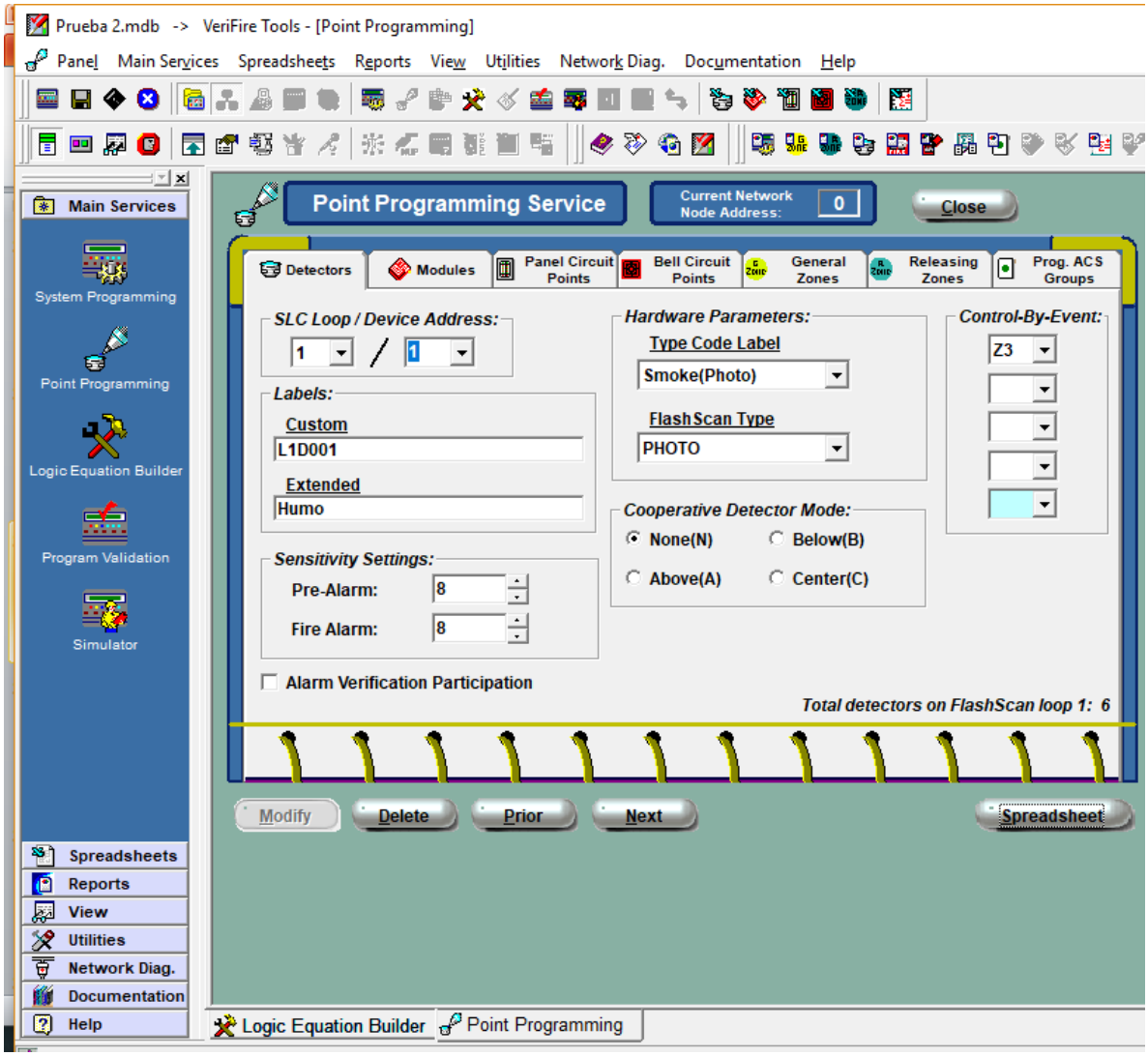


La opción de SLC se puede escoger tipos de Loop y el style según sea la configuración en terreno para ser una conexión en paralelo o en serie.

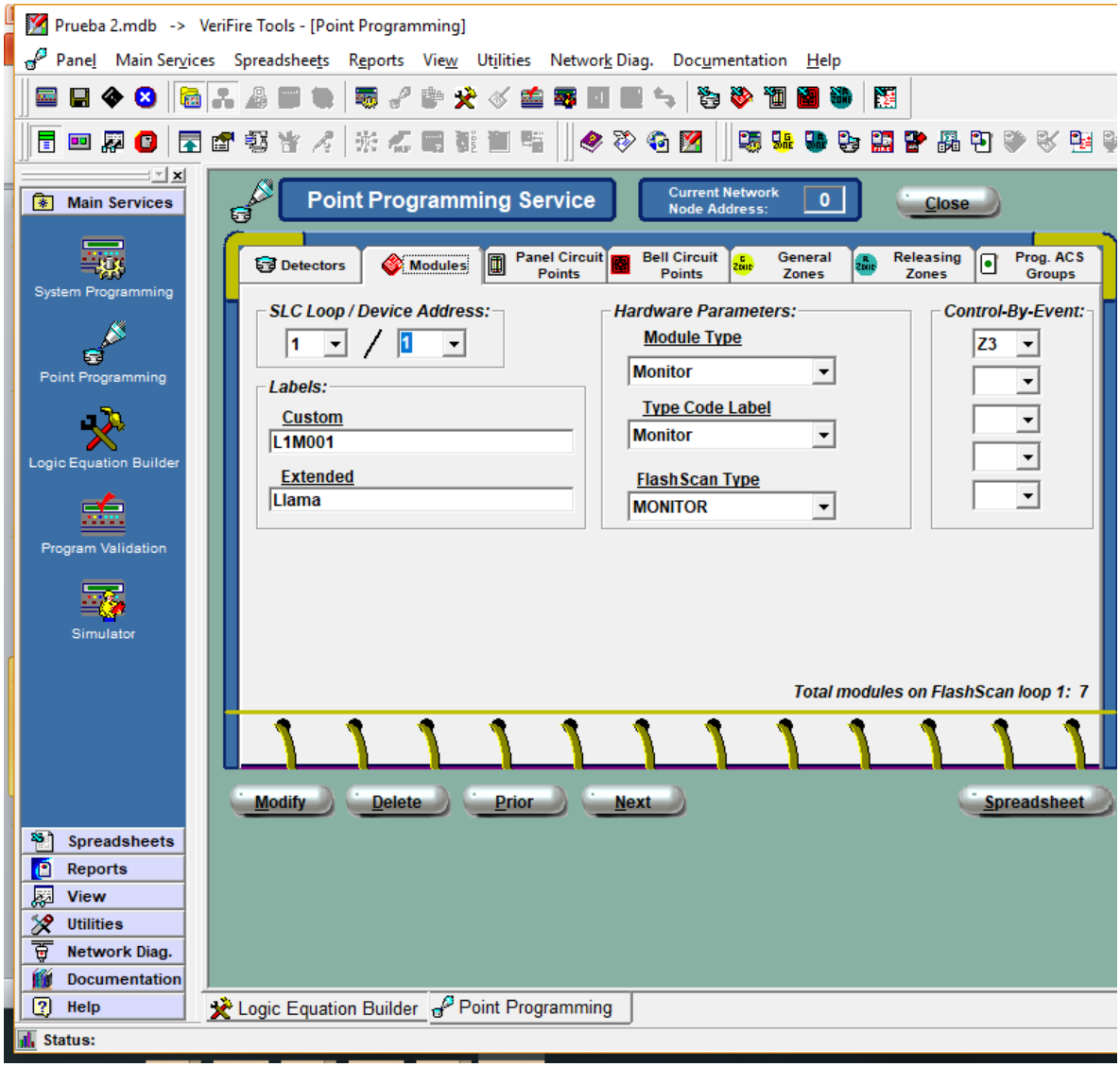
Protocolo CLIP o Flash Scan.



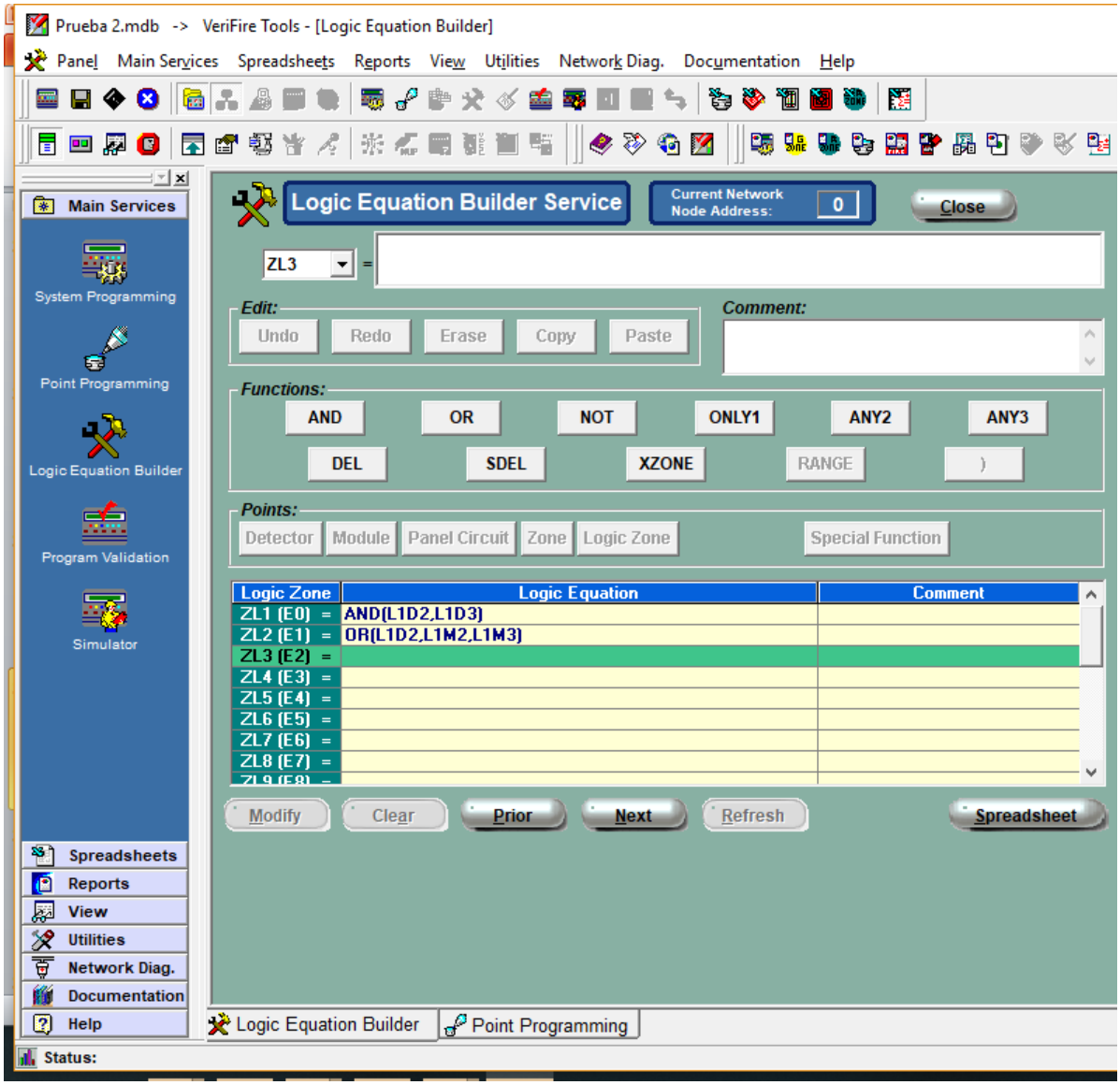
Selección de detectores Inteligentes, dándole nombre y ubicación del dispositivo.



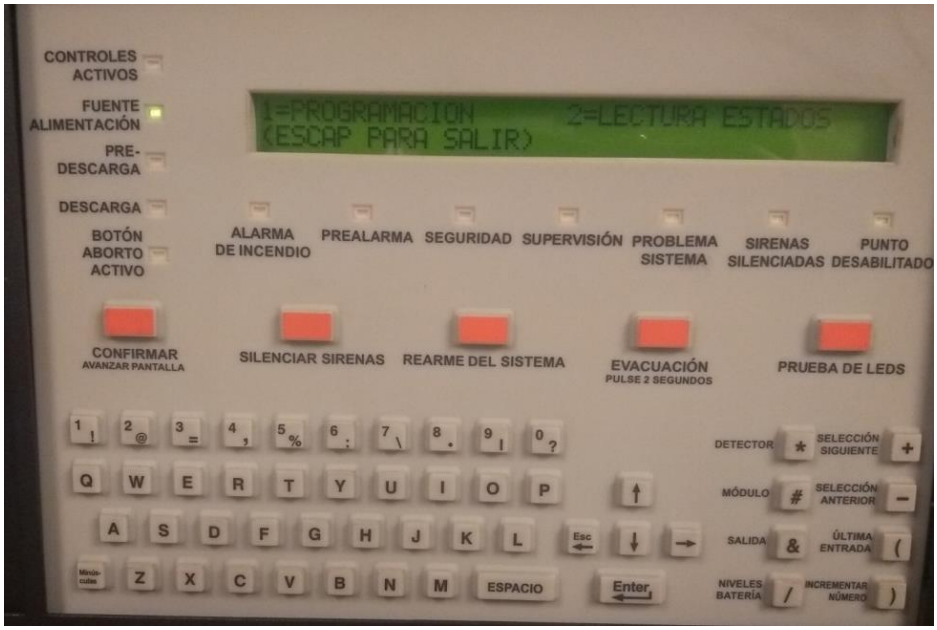
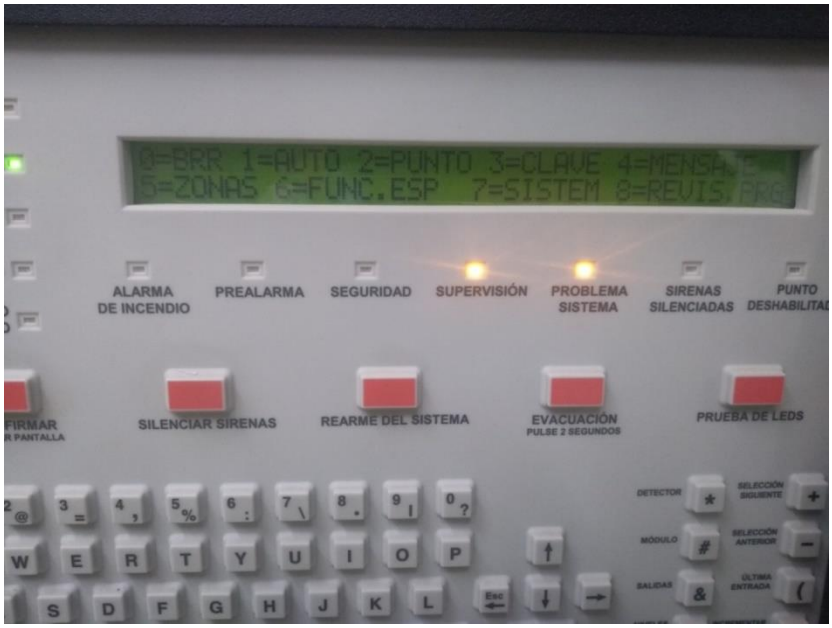
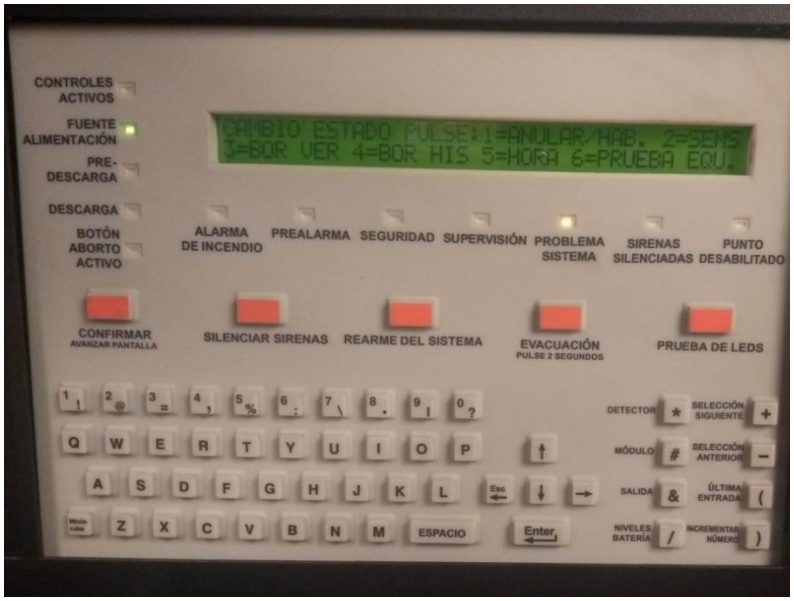
Selección de módulos de monitoreo, relé, control, dándole nombre y ubicación del dispositivo.



Ecuaciones lógicas para realizar combinaciones que se estimen convenientes utilizando parámetros AND, OR, NOT, ONLY, ANY2, ANY3 DEL SDEL, XZONE. Consulte a la ayuda del programa para definición completa de algunas ecuaciones.



Programación directa desde el Panel de Control de Alarma NOTIFIER NFS- 640. Solo autorización de personal Capacitado.



Puntos de entradas para revisar puntos específicos, zonas, revisar programación, mapeo de dispositivos nuevos, estado de suciedad, revisión de historial de alarmas, problemas, supervisiones, etc.