

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

TEC | Tecnológico
de Costa Rica

TECNOCONSULT
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

**Diseño del sistema de supresión de incendios basado en rociadores automáticos
para una bodega de almacenamiento de productos químicos.**

Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título de Ingeniería en
Mantenimiento Industrial con el grado académico de Licenciatura.

Arnaldo José Brenes Rodríguez.

Cartago, 2020



Escuela Acreditada por el
Canadian Engineering Accreditation Board
(CEAB)

CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 01 de agosto de 2020

Señores
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Arnaldo José Brenes Rodríguez

caré No. 2015105343, si autorizo no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento industrial, presentado en la fecha 04 de Agosto de 2020, con el título Diseño de un sistema de supresión de incendios basado en rociadores automaticos para una bodega de almacenamiento de productos químicos.

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red internet.

Firma de estudiante:

Correo electrónico:

brenesarnaldo@gmail.com

Cédula No.:

305010294

Datos Personales:

Nombre: Arnaldo José Brenes Rodríguez.

Cédula o N° Pasaporte: 305010294.

Carné ITCR: 2015105343.

Dirección de su residencia en época lectiva: Cartago, Cartago.

Dirección de su residencia en época no lectiva: Turrialba, Cartago.

Teléfono en época lectiva: 83387075.

Teléfono en época no lectiva: 83387075.

Email: brenesarnaldo@gmail.com.

Información de la empresa.

Nombre: Tecnoconsult S.A.

Zona: Guachipelín, Escazú, Costa Rica.

Dirección: Plaza Acuarium, Guachipelín, Escazú.

Teléfono: 2201 7200.

Actividad principal: Diseño y consultoría Electromecánica.

1 DEDICATORIA

A mis padres Katia y Octavio, quienes son pilar fundamental en el desarrollo de mi vida, quienes siempre me han inculcado disciplina y dedicación para cumplir cada una de mis metas.

A mi hermana María, que siempre ha sido mi consejera, me fiel amiga y parte importante de mi motor para seguir avanzando en la vida.

A mi abuela Luz, quien siempre con su amor y su lindo trato me ha enseñado a ser una persona humilde, trabajadora y, sobre todo, amorosa.

2 AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y el deseo de superarme desde mi nacimiento; por darme tantas capacidades para enfrentarme a las desafiantes situaciones del diario vivir.

A mis padres, gracias por todo el esfuerzo para ayudarme a encaminarme en la vida y por el amor que me dan a diario; agradezco por todo el apoyo que me han brindado desde que tengo uso de razón, por todos los buenos valores inculcados.

A mi abuela, quien me ha enseñado a ser optimista al enseñarme que los malos tiempos no duran para toda la vida y que siempre hay mucho por qué agradecer. Gracias por haberme llenado el estómago y el corazón con tanto amor y rica comida.

A la empresa Tecnoconsult S.A por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de graduación; a cada compañero por la disponibilidad hacia mi persona, en especial al Ing. Jorge Uribe

A mi profesor guía Ing. Rodolfo Elizondo, que siempre se preocupó por mi bienestar y me brindó palabras de aliento y amistad.

Por último, agradezco a Costa Rica y al Tecnológico de Costa Rica por el derecho de educación que me fue brindado; gracias por la entrega de cada funcionario.

3 TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-------|--|-------|
| 1 | Dedicatoria..... | iv |
| 2 | Agradecimiento..... | v |
| 4 | Índice de figuras..... | xv |
| 5 | Índice de tablas | xviii |
| | Resumen | 1 |
| | Abstract | 2 |
| 6 | Introducción..... | 3 |
| 6.1 | Reseña Histórica. | 3 |
| 6.2 | Área de trabajo..... | 3 |
| 6.3 | Descripción del proceso productivo. | 4 |
| 7 | Descripción del proyecto..... | 6 |
| 7.1 | Planteamiento del problema. | 6 |
| 7.2 | Objetivos | 7 |
| 7.2.1 | Objetivo general | 7 |
| 7.2.2 | Objetivos específicos | 7 |
| 8 | Alcance..... | 8 |
| 9 | Metodología..... | 9 |
| 9.1 | Justificación..... | 10 |
| 9.2 | Viabilidad..... | 10 |
| 10 | Marco teórico..... | 11 |

| | | |
|--------|---|----|
| 10.1 | Definiciones..... | 11 |
| 10.2 | Fuego..... | 12 |
| 10.2.1 | Componentes del triángulo del fuego (Lanchas, s.f.):..... | 12 |
| 10.3 | Tipo de fuego..... | 13 |
| 10.3.1 | Clase A:..... | 13 |
| 10.3.2 | Clase B..... | 13 |
| 10.3.3 | Clase C:..... | 13 |
| 10.3.4 | Clase D:..... | 13 |
| 10.3.5 | Clase K:..... | 14 |
| 10.4 | Clasificación del riesgo..... | 14 |
| 10.4.1 | Riesgos ligeros:..... | 14 |
| 10.4.2 | Riesgos ordinarios:..... | 14 |
| 10.4.3 | Riesgos extraordinarios:..... | 15 |
| 10.5 | extinción de incendios..... | 15 |
| 10.5.1 | Eliminación:..... | 15 |
| 10.5.2 | Sofocación..... | 15 |
| 10.5.3 | Enfriamiento..... | 15 |
| 10.5.4 | Inhibición..... | 16 |
| 10.6 | Bodegas..... | 16 |
| 10.6.1 | Bodega común general:..... | 16 |
| 10.6.2 | Bodega común para sustancias peligrosas:..... | 16 |

| | | |
|---------|---|----|
| 10.6.3 | Bodega adyacente: | 16 |
| 10.6.4 | Bodega separada: | 16 |
| 10.6.5 | Bodega para sustancias inflamables: | 16 |
| 10.7 | Productos químicos. | 17 |
| 10.7.1 | Clasificación de sustancias químicas. | 17 |
| 10.7.2 | Clasificación de los líquidos inflamables:..... | 19 |
| 10.7.3 | Clasificación de los líquidos combustibles: | 20 |
| 10.8 | Sustancias presentes en la bodega. | 20 |
| 10.8.1 | Tolueno. | 20 |
| 10.8.2 | Acetona. | 21 |
| 10.8.3 | Gas cloro. | 23 |
| 10.9 | Caracterización de las sustancias presentes en la bodega..... | 23 |
| 10.9.1 | Tolueno: | 23 |
| 10.9.2 | Acetona: | 24 |
| 10.9.3 | Gas Cloro: | 24 |
| 10.10 | Sistemas contra incendios..... | 24 |
| 10.11 | Tipos de medidas de protección contra incendios..... | 25 |
| 10.11.1 | Protección Activa: | 25 |
| 10.11.2 | Protección Pasiva: | 25 |
| 10.12 | Instalaciones hidráulicas contra incendios..... | 26 |
| 10.13 | Elementos de instalaciones contra incendios..... | 26 |

| | | |
|---------|--|----|
| 10.13.1 | Abastecimiento de agua contra incendios (ABA):..... | 26 |
| 10.13.2 | Sistemas de impulsión | 27 |
| 10.13.3 | Bocas de incendio equipadas (BIE) | 27 |
| 10.13.4 | Sistemas de hidrantes exteriores | 28 |
| 10.14 | Rociadores automáticos | 28 |
| 10.14.1 | Requisitos básicos para la instalación de rociadores..... | 28 |
| 10.14.2 | Características generales de un rociador. | 29 |
| 10.14.3 | Sensibilidad térmica: | 29 |
| 10.14.4 | Rango de temperatura o temperatura de activación. | 30 |
| 10.14.5 | Elementos de rociadores automáticos en sistemas de tuberías húmedas. 30 | |
| 10.14.6 | Clasificación según forma de distribución de agua..... | 32 |
| 10.15 | Orientación de la instalación de rociadores | 32 |
| 10.16 | Tipos de rociadores a según la respuesta de rociadores | 35 |
| 10.17 | Instalación del sistema de rociadores | 35 |
| 10.17.1 | Instalaciones Húmedas. | 36 |
| 10.17.2 | Instalaciones secas..... | 36 |
| 10.17.3 | Instalaciones combinadas | 37 |
| 10.17.4 | Instalaciones de acción previa | 37 |
| 10.17.5 | Sistema de rociadores en malla..... | 37 |
| 10.17.6 | Sistema de rociadores en bucle..... | 37 |

| | | |
|---------|---|----|
| 10.17.7 | Sistema de agua pulverizada-boquillas abiertas. | 38 |
| 10.18 | Sistema de agua nebulizada. | 38 |
| 10.18.1 | Sistemas de espuma física de baja expansión..... | 39 |
| 10.19 | Tuberías. | 39 |
| 10.20 | Sistema de bombeo principal. | 39 |
| 10.21 | Equipo de bombeo auxiliar o bomba jockey: | 40 |
| 10.22 | Configuración de motores..... | 41 |
| 10.22.1 | Categoría 1..... | 41 |
| 10.22.2 | Categoría 2..... | 41 |
| 10.23 | Tanque de almacenamiento | 41 |
| 11 | Desarrollo del proyecto | 43 |
| 11.1 | Diseño del sector administrativo..... | 44 |
| 11.1.1 | Requisitos de instalación para rociadores en las instalaciones de oficinas. 44 | |
| 11.1.2 | Limitaciones del área de protección del sistema | 45 |
| 11.1.3 | Clasificación de temperaturas | 46 |
| 11.1.4 | Sensibilidad térmica..... | 46 |
| 11.1.5 | Ubicación de los rociadores. | 47 |
| 11.1.6 | Perdida de presión por fricción..... | 48 |
| 11.1.7 | Perdida de presión por elevación..... | 49 |
| 11.1.8 | Factor K..... | 50 |

| | | |
|---------|--|----|
| 11.2 | Procedimiento de cálculos hidráulicos (oficinas). | 50 |
| 11.2.1 | Densidad de flujo por área. | 51 |
| 11.2.2 | Determinación del área de protección por rociador..... | 51 |
| 11.2.3 | Caudal mínimo de agua por rociador..... | 52 |
| 11.2.4 | Reducción del área remota. | 53 |
| 11.2.5 | Cálculo de densidad..... | 55 |
| 11.2.6 | Largo de del área. | 55 |
| 11.2.7 | Numero de rociadores..... | 56 |
| 11.2.8 | Tuberías para sector de oficinas. | 57 |
| 11.2.9 | Tuberías, válvula y accesorios..... | 58 |
| 11.2.10 | Características de instalación..... | 59 |
| 11.2.11 | Ruta crítica..... | 59 |
| 11.2.12 | Representación de los cálculos. | 59 |
| 11.2.13 | Requisitos de demanda de agua | 65 |
| 11.3 | Diseño del sector de almacenamiento. | 67 |
| 11.3.1 | Características de almacenamiento..... | 67 |
| 11.3.2 | Sustancias almacenadas. | 67 |
| 11.3.3 | Categorización de las sustancias..... | 67 |
| 11.3.4 | Protección para áreas de almacenamiento de líquidos..... | 68 |
| 11.3.5 | Almacenamiento de Líquidos en contenedores-Requerimientos generales. | |

| | | |
|---------|--|----|
| 11.3.6 | Solución del árbol de criterio de protección contra incendios para líquidos inflamables y combustibles miscibles y no miscibles en contenedores metálicos. | 71 |
| 11.3.7 | Elección de la tabla adecuada..... | 72 |
| 11.3.8 | Instalación de sistemas rociadores..... | 73 |
| 11.3.9 | Requisitos de instalación para rociadores con modo de control para aplicaciones específicas..... | 73 |
| 11.3.10 | Distancia máxima entre muros..... | 74 |
| 11.3.11 | Distancia mínima desde muros..... | 74 |
| 11.3.12 | Distancia mínima entre rociadores..... | 74 |
| 11.3.13 | Características de ubicación del deflector de rociadores en construcción obstruida. | 75 |
| 11.3.14 | Trazado de tuberías del sistema..... | 75 |
| 11.3.15 | Evidencia de cálculos hidráulicos (almacenamiento)..... | 76 |
| 11.3.16 | Sistema en mallas..... | 77 |
| 11.3.17 | Determinación del área de protección por rociador..... | 78 |
| 11.3.18 | Caudal mínimo de agua por rociador..... | 78 |
| 11.3.19 | Área de demanda..... | 79 |
| 11.3.20 | Largo del área..... | 79 |
| 11.3.21 | Número de rociadores..... | 79 |
| 11.3.22 | Tuberías para sector de Almacenamiento..... | 81 |
| 11.3.23 | Tuberías, válvula y accesorios para el sector de oficinas..... | 82 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 11.3.24 | Características de instalación..... | 82 |
| 11.3.25 | Ruta crítica propuesta..... | 83 |
| 11.3.26 | Representación de los cálculos..... | 83 |
| 11.3.27 | Requisitos de demanda de agua sector de almacenamiento..... | 87 |
| 11.4 | Cálculos hidráulicos con el software Spinkcalc..... | 88 |
| 11.5 | Parámetros y lineamientos en sistemas combinados..... | 92 |
| 11.6 | Distribución de gabinetes y toma de bomberos..... | 94 |
| 11.7 | Soportería del sistema..... | 97 |
| 11.7.1 | Requisitos de instalación para protección sísmica..... | 99 |
| 11.8 | Diseño del sistema de bombeo..... | 100 |
| 11.9 | Tanque de almacenamiento..... | 104 |
| 11.10 | Sistema de extintores..... | 105 |
| 12 | Costos del diseño..... | 108 |
| 13 | Conclusiones..... | 111 |
| 14 | Recomendación..... | 113 |
| 15 | Bibliografía..... | 114 |
| 16 | Apéndices..... | 118 |
| 16.1 | Muestra de cálculos hidráulicos (oficinas)..... | 118 |
| 16.2 | Muestra de cálculos hidráulicos (Almacenamiento)..... | 120 |
| 16.3 | Cronograma..... | 125 |
| 16.4 | Software de cálculo..... | 126 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 16.4.1 | Bomba auxiliar | 127 |
| 16.5 | Planos del sistema. | 128 |
| 17 | Anexos..... | 129 |
| 17.1 | Certificado de información del propietario..... | 129 |
| 17.2 | Ejemplo de hoja de cálculos hidráulicos según norma..... | 131 |
| 17.3 | Modelo de hoja de gráficos que se requiere según norma..... | 132 |
| 17.4 | Datos técnicos de las sustancias..... | 133 |
| 17.5 | Tablas de selección..... | 136 |
| 17.5.1 | Selección de material para contenedor de almacenamiento..... | 136 |
| 17.5.2 | Áreas de protección y espaciamiento máximo para rociadores pulverizadores estándar. | 137 |
| 17.5.3 | Clasificación del tipo de rociadores a según la temperatura de trabajo.. | 137 |
| 17.5.4 | Características de descarga en rociadores | 138 |
| 17.5.5 | Selección de tubería en el sector de oficinas..... | 138 |
| 17.5.6 | Selección de Hazen.Williams..... | 138 |
| 17.5.7 | Selección de materiales de tuberías. | 139 |
| 17.5.8 | Tabla para la selección de tubería en el sector de almacenamiento químico..... | 139 |
| 17.6 | Características técnicas de los rociadores..... | 140 |
| 17.7 | característica técnicas la bomba..... | 142 |
| 17.8 | Características de la bomba auxiliar..... | 148 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 17.9 | Características técnicas de tuberías..... | 149 |
| 17.10 | Características técnicas de Gabinete..... | 150 |
| 17.11 | Características técnicas de Válvulas..... | 151 |
| 17.12 | Características técnicas de soportería..... | 152 |
| 17.13 | Características técnicas del extintor..... | 154 |
| 17.14 | Detalle de instalación de tanque..... | 155 |
| 17.15 | Cotizaciones adjuntas..... | 158 |

4 ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1. | Diagrama del proceso productivo Tecnoconsult S. A..... | 5 |
| Figura 2. | Triangulo de fuego..... | 12 |
| Figura 3. | Sustancias químicas..... | 19 |
| Figura 4. | Instalaciones hidráulicas..... | 26 |
| Figura 5. | Bombilla de respuesta en rociadores..... | 30 |
| Figura 6. | Elementos de rociadores automáticos..... | 31 |
| Figura 7. | Descarga de rociadores..... | 32 |
| Figura 8. | Rociadores pulverizadores..... | 32 |
| Figura 9. | Rociador oculto..... | 33 |
| Figura 10. | Rociador montado a ras..... | 33 |
| Figura 11. | Rociador montante..... | 34 |
| Figura 12. | Rociador colgante..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Figura 13.Rociador de pared | 35 |
| Figura 14.Sistema húmedo de Rociadores. | 36 |
| Figura 15.Sistema Seco de rociadores. | 36 |
| Figura 16. Malla de rociadores. | 37 |
| Figura 17. Sistema de rociadores en Bucle. | 38 |
| Figura 18.Bomba de agua para protección de incendios carcasa partida..... | 40 |
| Figura 19. Bomba Jockey..... | 40 |
| Figura 20.Representación de tanque de almacenamiento de agua contra incendio..... | 42 |
| Figura 21.Distancia máxima entre muros. | 47 |
| Figura 22.Curvas de densidad. | 51 |
| Figura 23. Reducción del área de diseño..... | 54 |
| Figura 24. diámetros de tubería (Riesgo leve)..... | 58 |
| Figura 25.Diametros de tubería.. | 58 |
| Figura 26.Fricción en accesorios y válvulas..... | 59 |
| Figura 27. Representación del Área remota..... | 60 |
| Figura 28. Requisitos de demanda..... | 66 |
| Figura 29. tamaño máximo permisible según el contenedor y el tipo de sustancia | 69 |
| Figura 30.Árbol de decisión de criterio de protección..... | 70 |
| Figura 31. Viscosidad en líquidos..... | 71 |
| Figura 32.Criterios de diseño. | 73 |

| | |
|---|-----|
| Figura 33. Áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores para aplicaciones específicas..... | 74 |
| Figura 34. Área calculada..... | 80 |
| Figura 35. Tuberías riesgo extra. | 82 |
| Figura 36. Ruta crítica..... | 83 |
| Figura 37. Representación del Área remota. | 84 |
| Figura 38. Asignación de chorros de manguera. | 87 |
| Figura 39. Área crítica sector de oficina.. | 89 |
| Figura 40. Área crítica sector de almacenamiento..... | 89 |
| Figura 41. Resumen del cálculo de Oficinas..... | 90 |
| Figura 42. Resumen del cálculo de almacenamiento..... | 90 |
| Figura 43. Grafico Caudal vs presión. | 91 |
| Figura 44. Gráfico Caudal vs presión. | 92 |
| Figura 45. Ubicación para gabinetes y toma de manguera. | 94 |
| Figura 46. Resumen de cálculo hidráulico de gabinetes. | 96 |
| Figura 47. Gráfico de mangueras y toma de bomberos. | 96 |
| Figura 48. Tabla de distancia en soportería..... | 98 |
| Figura 49. Soporte de Anillo giratorio. | 98 |
| Figura 50. Tabla referente a pesos de tubería..... | 100 |
| Figura 51. Resumen de información sobre bombas contra incendio centrífugas..... | 102 |
| Figura 52. Diseño general de bomba de incendio de carcasa dividida..... | 104 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| Figura 53. Extintor B-20-PK | 107 |
|-----------------------------------|-----|

5 ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Peligros al exponerse al contacto con Tolueno..... | 21 |
| Tabla 2. Peligros al exponerse al contacto con Acetona..... | 22 |
| Tabla 3. Ejemplos de riesgos leves..... | 45 |
| Tabla 4. Área máxima según el riesgo..... | 46 |
| Tabla 5. Camino secundario S2.1-a-N1 | 61 |
| Tabla 6. Camino secundario S2.2-b-N2..... | 62 |
| Tabla 7. Camino secundario S2.3-c-N3 | 62 |
| Tabla 8. Camino Secundario S2.4-d-N4 | 62 |
| Tabla 9. Camino Secundario S2.5-e-N5 | 63 |
| Tabla 10. Camino Secundario S2.6-f-N6..... | 63 |
| Tabla 11. Camino Secundario S2.7-g-N7 | 63 |
| Tabla 12. Camino Secundario S2.8-h-N8 | 64 |
| Tabla 13. Camino Secundario S2.9-i-N9 | 64 |
| Tabla 14. Camino principal, sector de oficinas..... | 65 |
| Tabla 15. Demanda final para las oficinas..... | 66 |
| Tabla 16. Clasificación de las sustancias..... | 68 |
| Tabla 17. Toma de decisión del árbol de diseño..... | 72 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 18.Calculo para rociadores del camino secundario | 85 |
| Tabla 19.Cálculo del nodo 1..... | 86 |
| Tabla 20. Cálculo hidráulico sector almacenamiento..... | 87 |
| Tabla 21.Presión y caudal total sector almacenamiento..... | 88 |
| Tabla 22.Cálculo hidráulico gabinetes..... | 95 |
| Tabla 23. Caudales de bombas contra incendio centrífuga..... | 101 |
| Tabla 24.Resumen de información sobre bombas contra incendio centrífugas..... | 102 |
| Tabla 25. Estimación de costos (Tuberías) | 108 |
| Tabla 26.Estimación de costos (Sistema manual) | 109 |
| Tabla 27.Estimación de costos (Válvulas)..... | 109 |
| Tabla 28.Estimación de costos (Accesorios)..... | 109 |
| Tabla 29.Estimación de costos (Bombeo)..... | 110 |
| Tabla 30.Estimación de costos (Finales)..... | 110 |

RESUMEN

Los sistemas contra incendio buscan la reducción del riesgo de incendio para promover la manera más eficiente de salvaguardar el medio ambiente, la vida de las personas y los inmuebles.

A continuación, se presenta un diseño para una bodega de almacenamiento de productos químicos.

El diseño se da a partir de las estipulaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y a partir de las normas correspondientes en la NFPA (Asociación nacional de protección del fuego, por sus siglas en inglés).

El cliente proporcionó las sustancias y las condiciones de almacenamiento de estas, para las cuales se procede a diseñar a partir de la norma NFPA 30 (Líquidos inflamables y combustibles) y demás normas correspondientes para asegurar un correcto diseño.

Palabras clave: Supresión, Incendio, NFPA, Químicos, inflamabilidad.

ABSTRACT

Fire systems seek to reduce the risk of fire to promote the most efficient way of safeguarding the environment, people's lives and real estate.

Below is a design for a chemical storage warehouse

The design is based on the provisions of the Fire Corps of Costa Rica and the corresponding regulations in the NFPA (National Fire Protection Association).

The customer provided the substances and the storage conditions of the same, for which he proceeds to design from NFPA 30 (Flammable and combustible liquids) and other corresponding standards to ensure proper design.

Keywords: Suppression, Fire, NFPA, Chemicals, flammability.

6 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de las empresas involucran productos químicos en sus procesos productivos o sino estos son utilizados para labores de mantenimiento, limpieza de los equipos, entre otros.

Una bodega de almacenamiento de producto químico es un recinto que debe cumplir con múltiples normas de diseño, para evitar accidentes industriales y laborales; por ende, para el caso del sistema de supresión de incendios, se debe apegar el diseño a las normas de la NFPA y el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

A raíz de las múltiples labores peligrosas a las que se exponen las bodegas de almacenamiento químico (carga y descarga, trasvases, desplazamientos, mantenimiento, limpieza, trabajos en espacios confinados, entre otros), se procede a realizar un diseño para prevenir catástrofes por fuego; además, se pretende realizar un plan para realizar controles en los elementos más importantes para corroborar un buen funcionamiento y evitar catástrofes.

6.1 RESEÑA HISTÓRICA.

Tecnoconsult es una empresa que se localiza en Guachipelín de Escazú, Costa Rica, dicha empresa cuenta con más de 35 años de experiencia, enfocada al diseño e inspección de sistemas electromecánicos.

6.2 ÁREA DE TRABAJO.

Algunos de los sistemas electromecánicos que se manejan en esta empresa son: sistemas de supresión de incendios, sistemas eléctricos, aire acondicionado, sistemas de aguas, redes de voz y datos, sistemas de alarmas, sistemas de control inteligente de

edificios (BMS), entre otros; además, se cuenta con un equipo de arquitectos y diseñadores de interiores.

Los sitios en los que comúnmente se desarrollan las obras son: Edificios, Industria, hotelería, instituciones públicas y privadas, centros comerciales, bodegas de almacenamiento, residencias y otros.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

Tecnoconsult cuenta con una estructura de trabajo organizada, en la que primeramente el cliente es quien solicita los servicios.

El paso inicial es la entrega de los planos arquitectónicos y especificaciones por parte del cliente, seguidamente se realiza una depuración de los planos para extraer la información necesaria para que los ingenieros puedan iniciar el diseño adecuado.

Al iniciarse el diseño, los ingenieros deben permanecer en contacto con los desarrolladores del proyecto, con el objetivo de asegurar un trabajo en armonía y, a su vez, realizar una selección de materiales y equipos que cumplan con las condiciones de diseño, ejecución y gusto del cliente.

Tecnoconsult es también encargado de realizar inspecciones para corroborar el diseño y, a su vez, el cumplimiento de normas estipuladas en este.

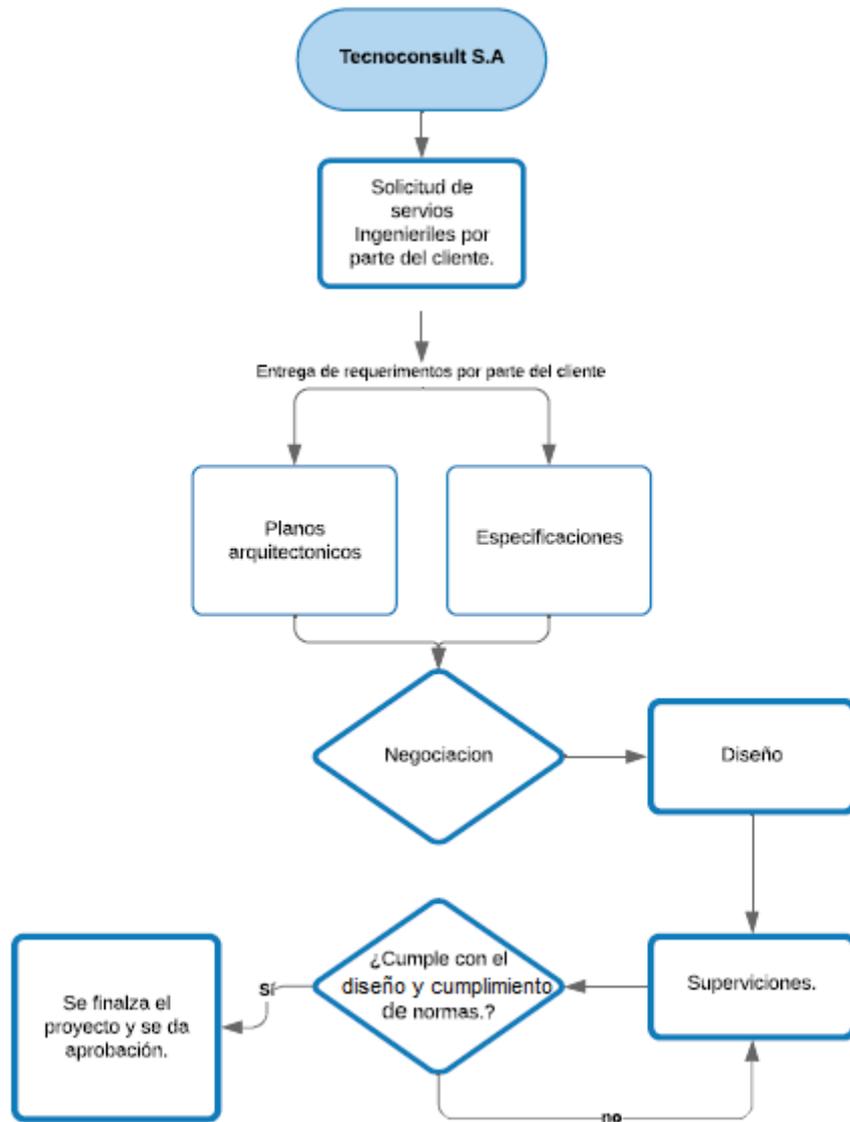


Figura 1. Diagrama del proceso productivo Tecnoconsult S. A. Fuente: Elaboración propia.

7 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

7.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Desde el año 2005, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se ha enfocado en proporcionar los mecanismos necesarios para la salvaguarda de las vidas humanas y edificaciones, así como de darle continuidad a los negocios, razón por la cual en el año 2013, por medio del Decreto N.º 37615-MP, publicado el 05 de abril del mismo año, en la Gaceta N°66, dice que adopta e incorpora las normas de la National Fire Protection Association N.F.P.A (por sus siglas en inglés) como un mecanismo de cumplimiento obligatorio para toda nueva edificación o edificación remodelada y que se efectúe el trámite de visado de planos mediante la plataforma de revisión y aprobación de planos constructivos del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, de manera tal que se garantice, mediante la revisión de los planos de diseño de los sistemas de protección contra incendios (sistema de supresión de incendios, sistema de detección y alarmas de incendios), el cumplimiento de dichas normas y, en consonancia, con la edificación por proteger. (DECRETO N° 37615-MP, 2013)

A partir de los antecedentes indicados, se plantea la necesidad de realizar el diseño del sistema de supresión de incendios para una bodega de almacenamiento de productos químicos en cumplimiento de la normativa tanto nacional como internacional vigente y que, además, sea factible su instalación y puesta en operación. Es por dicha razón que se evaluarán los diferentes criterios de diseño indicados en la normativa que genere el grado de protección contra incendios requerido y que, también, sea económicamente viable su ejecución.

7.2 OBJETIVOS

7.2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de supresión de incendios con rociadores automáticos para una bodega de almacenamiento de productos químicos, según las normas NFPA y los requerimientos estipulados por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

7.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar las presiones y caudales requeridos para abastecer el sistema de supresión de incendios.
2. Calcular el abastecimiento de agua, tuberías, accesorios y equipos requeridos para garantizar una efectiva protección contra incendios de la bodega.
3. Elaborar los planos según diseño, que cumpla con las normas vigentes.
4. Estimar los costos para implementar un sistema de supresión de incendios de acuerdo con el equipo elegido.

8 ALCANCE

El proyecto se desarrollará con el fin de sentar las bases de diseño para sitios de almacenamiento de productos químicos; el mismo se llevará a cabo con la normativa existente para la protección contra incendios.

Además, el proyecto va de la mano con el manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios del benemérito cuerpo de bomberos, en los cuales se tienen tres objetivos específicos:

- Protección de los ocupantes.
- Integridad estructural.
- Efectividad de los sistemas enfocados a bodegas de almacenamiento de productos químicos.

Por otra parte, se desarrollará una estimación de costos después de seleccionar el equipo adecuado en cumplimiento con las normas NFPA.

9 METODOLOGÍA

A continuación, se presentan los pasos que se llevarán a cabo para el cumplimiento de los objetivos planteados:

- Investigar respecto a sistemas de supresión de incendios, normas y especificaciones para un mejor dominio del tema durante el diseño y la selección de equipos y materiales del proyecto.
- A partir de los planos arquitectónicos y las características que debe de cumplir una bodega de almacenamiento químico, iniciar con el proceso de cálculo de presiones y caudales requeridos para abastecer el sistema de supresión de incendios.
- Partiendo de los datos obtenidos en la investigación, se busca analizar las ventajas y desventajas en la selección de equipo que mejor se acople de acuerdo con los requerimientos de las normas referentes.
- Elaborar los planos alusivos al diseño.
- Realizar una estimación de costos, para evidenciar al cliente que se hizo una escogencia a partir de estudios previos.

9.1 JUSTIFICACIÓN

El diseño nace por la necesidad de generar una propuesta base para implementar un sistema de supresión de incendios con rociadores automáticos para una bodega de almacenamiento de productos químicos, que cumpla con las normas existentes para bodegas de almacenamiento químico.

La implementación del proyecto va de la mano con la seguridad hacia empleados y trabajadores (vida humana), de la bodega (edificación), así como de los productos y equipos que se encuentre dentro del recinto (continuidad del negocio).

Por otra parte, el proyecto busca analizar las ventajas y desventajas de acuerdo con el tipo de equipo seleccionado, desde el punto de vista de eficiencia, costo y cumplimiento de normas referentes.

La ejecución de dicho diseño es de suma importancia para el desarrollo profesional en la rama de la ingeniería en protección contra incendios.

9.2 VIABILIDAD.

La implementación de sistemas de supresión de incendios ha avanzado considerablemente con respecto a sus tecnologías; actualmente el mercado cuenta con una amplia gama de productos, por lo que se vuelve más minuciosa la selección de equipo.

Además, a partir del diseño de dicho sistema se busca forjar una base de diseño para futuros proyectos de dicha índole y, a su vez, desarrollar un área más en servicios electromecánicos por parte de Tecnoconsult S.A.

10 MARCO TEÓRICO.

10.1 DEFINICIONES

- **Punto de ebullición:** Responde a la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala la presión atmosférica que lo rodea. (NFPA30, 2015).
- **Ebullición desbordante (boil-Over):** Es un evento en la combustión de ciertos aceites en un tanque abierto en la parte superior cuando, después de un largo periodo de combustión, hay un súbito incremento en la intensidad del fuego asociado. (NFPA30, 2015).
- **Punto de combustión:** Temperatura más baja a la cual un líquido se incendia y logra mantener la combustión sostenida, cuando se expone a la prueba de llama. (NFPA30, 2015).
- **Punto de inflamación:** Temperatura mínima de un líquido de la cual se desprende suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire. (NFPA30, 2015).
- **Armario de almacenamiento de materiales peligrosos:** Estructura móvil construida en un sitio diferente al de su ubicación final y transportada completamente ensamblada o en un paquete listo para armar su ubicación final (NFPA30, 2015).
- **Reacción peligrosa o reacción química peligrosa:** sustancias que presentan reacciones peligrosas, más allá de los problemas de incendio relacionados con el punto de inflamación y el punto de ebullición de cualquiera de los reactivos o de los productos. (NFPA30, 2015).

10.2 FUEGO.

El fuego es una reacción química denominada combustión, la cual es una reacción entre un combustible y un comburente con desprendimiento de energía en forma de luz y calor (Esparza, s.f.)

El inicio del fuego se da a partir de una reacción en cadena de los tres componentes de la combustión, combustible, oxígeno y calor, como se observa en la figura 3; estos tres deben de estar siempre presentes para que empiece a arder. La manera de extinguirlo es eliminando uno de los lados del triángulo. (Bomberos, 2013).

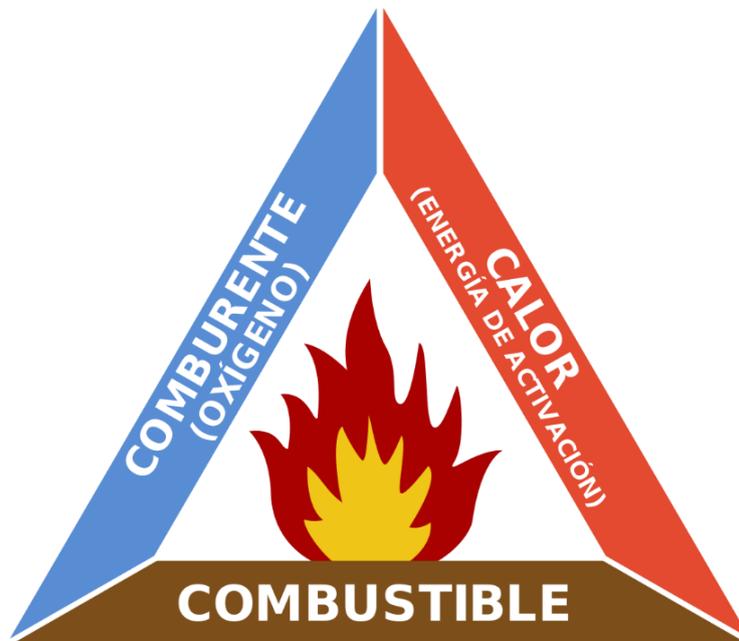


Figura 2. Triángulo de fuego. Fuente: Asociación española de laboratorio de fuego.

10.2.1 Componentes del triángulo del fuego (Lanchas, s.f.):

10.2.1.1 El combustible:

Elemento principal de la combustión, puede encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.

10.2.1.2 El comburente:

Comúnmente se trata de oxígeno.

10.2.1.3 La energía de activación:

Energía necesaria para iniciar la combustión; puede ser una chispa, una fuente de calor, una corriente eléctrica, entre otras.

10.3 TIPO DE FUEGO.

Según la unidad de ingeniería del Benemérito Cuerpo de bomberos de Costa Rica los tipos de fuego se clasifican distintas clases (Bomberos, 2013).

10.3.1 Clase A:

La propagación en este tipo de fuego se da de afuera hacia adentro del material y, comúnmente, se da en materiales combustibles, como madera, tela, papel, caucho y plásticos.

10.3.2 Clase B

Son fuegos presentes en líquidos o gases, inflamables o combustibles; algunos son: aceites, grasas, alquitranes, base de pinturas y lacas.

10.3.3 Clase C:

Son combatidos a partir de polvo químico, debido a que involucran equipos eléctricos energizados.

10.3.4 Clase D:

Son fuegos en metales que tienen la capacidad de entrar en combustión. Ejemplo: magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio y otros.

10.3.5 Clase K:

Fuegos en utensilios o áreas de cocina.

10.4 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO.

Las estructuras se clasifican como ligero, ordinarias y extraordinarias, según el riesgo de incendios (Bomberos, 2013).

10.4.1 Riesgos ligeros:

Responde a ocupaciones en que la cantidad de fuego y la combustibilidad de los contenidos son bajas, donde se esperan incendios con índices de liberación de calor bajos.

10.4.2 Riesgos ordinarios:

10.4.2.1 Grupo 1:

Combustibilidad de los contenidos es moderada; las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 2.4 metros y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

10.4.2.2 Grupo 2:

Combustibilidad de los contenidos es moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenido con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3.66 metros, y las pilas de almacenamiento de contenido de liberación de calor elevado no superan los 2.4 metros.

10.4.3 Riesgos extraordinarios:

10.4.3.1 Grupo 1:

Combustibilidad de los contenidos muy alta, además, hay presentes polvos, pelusas u otros materiales; desarrollan elevados índices de liberación de calor, pero con poco líquido inflamable.

10.4.3.2 Grupo 2:

Ocupaciones de líquidos inflamables o combustibles, también, ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso.

10.5 EXTINCIÓN DE INCENDIOS.

La única manera para lograr extinguir un incendio es al desintegrar el tetraedro del fuego, al quitarle alguno de sus componentes.

10.5.1 Eliminación:

Es un método en el cual se elimina el combustible, por ejemplo, en un incendio con gases, no se puede extinguir con agua o un extintor si primeramente no se corta el suministro de gas.

10.5.2 Sofocación

Método en el cual se ataca directamente el oxígeno presente, al eliminar el contacto del combustible con el aire o desplazando el aire que rodea el incendio.

10.5.3 Enfriamiento

Es el método más común, el cual busca disminuir el calor a partir de agua.

10.5.4 Inhibición

Busca interrumpir la reacción en cadena al atacar la base de la llama, por ejemplo, cómo actúan los polvos que llevan los extintores compuestos por sales de fosfatos, bicarbonatos.

10.6 BODEGAS.

10.6.1 Bodega común general:

Responde a un recinto para almacenamiento de todo tipo de materiales no peligrosos; sin embargo, se puede disponer un sector exclusivo y debidamente rotulado para almacenar alguna distancia considerada peligrosa (Mabel, 2003).

10.6.2 Bodega común para sustancias peligrosas:

Dicho recinto es destinado al almacenamiento de sustancias peligrosas que sobrepasan las 5 toneladas de productos no inflamables.

10.6.3 Bodega adyacente:

Almacenamiento de las sustancias peligrosas; estas bodegas deben de estar separadas de otras construcciones por dos muros comunes.

10.6.4 Bodega separada:

Está destinada a sustancias peligrosas; se construye separada de otras construcciones, por distancias de seguridad de 5 o 6 metros como mínimo.

10.6.5 Bodega para sustancias inflamables:

Bodega destinada al almacenamiento de sustancias peligrosas inflamables sólidas, líquidas o gaseosas; su construcción es muy sólida.

10.7 PRODUCTOS QUÍMICOS.

Según el Ministerio de Salud de Costar Rica, una sustancia se define como "Elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado, y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición" (Ministerio de salud de Costa Rica, s.f.).

10.7.1 Clasificación de sustancias químicas.

Las sustancias químicas son clasificadas por el sistema internacional que armoniza la clasificación y el etiquetado de las sustancias químicas peligrosas (GHS), este etiquetado fue desarrollado por las Naciones Unidas de acuerdo con el grado de peligrosidad.

10.7.1.1 GHS01: Explosivos.

Son sustancias que pueden reaccionar de forma exotérmica, incluso sin presencia de oxígeno.

10.7.1.2 GhS02: Inflamables.

Responde a sustancias que pueden entrar en combustión.

10.7.1.3 GHS03: Comburentes.

Sustancias que, en contacto con otras, producen reacciones exotérmicas muy fuertes.

10.7.1.4 GHS04: Gases comprimidos.

Se presentan varios tipos, entre ellos, hay inflamables, tóxicos, químicos inestables; además, estos son muy peligrosos debido a las altas presiones de los cilindros que los almacenan.

10.7.1.5 GHS05: Corrosivos.

Sustancias destructivas en contacto con tejidos vivos.

10.7.1.6 GHS06: Tóxicos.

Sustancias que, en contacto con el ser humano de forma directa, pueden provocar efectos agudos, crónicos o la muerte.

10.7.1.7 GHS07: Irritantes.

Sustancias que, en contacto con la piel, generan reacciones inflamatorias.

10.7.1.8 GHS08: Cancerígenos, múgatenos y teratógenos.

Sustancias que, en contacto directo con el ser humano, puede aumentar la posibilidad de desarrollar cáncer.

10.7.1.9 GHS09: Peligroso para el medio ambiente.

Sustancias que provocan daños al ecosistema.

Seguidamente se presenta cada una de las sustancias anteriormente descritas, con su respectiva representación gráfica.



Figura 3. Sustancias químicas. Fuente: (Manual de uso de sustancias químicas)

10.7.2 Clasificación de los líquidos inflamables:

Se deben clasificar como líquidos Clase I y subclasificados de acuerdo con lo siguiente:

10.7.2.1 Líquido clase IA

Responde a líquidos que tienen un punto de inflamación menor de 22.5°C y punto de ebullición menor de 37.8 °C.

10.7.2.2 Líquido clase IB

Responde a líquidos que tienen un punto de inflamación menor de 22.8°C y punto de ebullición menor de 37.8 °C.

10.7.2.3 Líquido clase IC

Responde a líquidos que tienen un punto de inflamación menor de 22.5°C y punto de ebullición menor de 37.8 °C.

10.7.3 Clasificación de los líquidos combustibles:

10.7.3.1 Líquido clase II

Responde a líquidos que tienen un punto de inflamación igual o superior a 37.8 °C e inferior a 60 °C.

10.7.3.2 Líquido clase III

Responde a líquidos que tienen un punto de inflamación igual o superior a 60 °C.

10.7.3.3 Líquido clase IIIA

Punto de inflamación igual o superior a 60 °C, pero inferior a 93°C.

10.7.3.4 Líquido clase IIIB

Punto de inflamación igual o superior a 93°C.

10.8 SUSTANCIAS PRESENTES EN LA BODEGA.

10.8.1 Tolueno.

Esta sustancia es utilizada en combustibles para automóviles y aviones; funciona como disolvente de pinturas, barnices, hules, gomas, etil celulosa, poliestireno, polialcohol vinílico, ceras, aceites y resinas. También es materia prima de productos como benceno, ácido benzoico, fenol, benzaldehído, explosivos (TNT), colorantes, además, de estar presente en productos farmacéuticos, adhesivos, detergentes, monómeros para fibras sintéticas, sacarinas, saborizantes y perfumes. (UCR, 2016)

Características generales:

- Menor densidad que el agua.

- Sustancia inmisible en agua.
- Vapor más denso que el aire.

El Tolueno reacciona con una gran cantidad de oxidantes como trifluoruro de bromo (a -80 °C), hexafluoruro de uranio, tetróxido de dinitrógeno, perclorato de plata, 1.3-dicloro-5.5-dimetil-2.4-imidazolin-2.4-diona y tetranitrometano, es decir, es incompatible con agentes oxidantes. (UCR, 2016)

Además, el Tolueno presenta distintas reacciones a partir de su contacto con el ser humano; las mismas se representan en la tabla 1, según información brindada por el Programa Internacional de Seguridad de las sustancias químicas.

Tabla 1. Peligros al exponerse al contacto con Tolueno.

| Tipo de exposición | Peligros/ síntomas |
|--------------------|--|
| Inhalación | Tos, Dolor de garganta, Vértigo, Somnolencia, Dolor de cabeza, Náuseas y Pérdida del conocimiento. |
| Piel | Piel seca, Enrojecimiento. |
| Ojos | Enrojecimiento y Dolor. |
| Ingestión | Sensación de quemazón y dolor abdominal. |

Fuente: (IPCS, Tolueno, 2002).

10.8.2 Acetona.

La acetona es una sustancia utilizada como disolvente de grasas, aceites, ceras, hules, plásticos, lacas y barnices. Por otra parte, se usa en la manufactura de algunos

explosivos, rayón, películas fotográficas, elaboración de removedores de pinturas y barnices, purificación de parafinas, en la deshidratación y endurecimiento de tejidos; también, se utiliza en la extracción de algunos productos vegetales y animales y como materia prima en una gran variedad de síntesis en química orgánica.

Características generales:

- Líquido incoloro.
- Volátil.
- Altamente inflamable.
- Posee vapores más pesados que el aire.

Además, la acetona presenta distintas reacciones a partir de su contacto con el ser humano; las mismas se representan en la tabla 1, según información brindada por el Programa Internacional de Seguridad de las sustancias químicas.

Tabla 2. Peligros al exponerse al contacto con Acetona.

| Tipo de exposición | Peligros/ síntomas |
|--------------------|--|
| Inhalación | Tos, Dolor de garganta, Vértigo, Somnolencia, Dolor de cabeza, Náuseas y Pérdida del conocimiento. |
| Piel | Piel seca, Enrojecimiento. |
| Ojos | Enrojecimiento y Dolor. |
| Ingestión | Sensación de quemazón y dolor abdominal. |

Fuente: (IPCS, Acetona, 2009)

10.8.3 Gas cloro.

El cloro gaseoso es comúnmente utilizado para purificar el agua, blanquear la pulpa de madera y para fabricar otros productos químicos. (Mexichem, 2010)

Características generales:

- Olor picante, sofocante.
- Color amarillo verdoso
- No inflamable en el aire, pero mantiene la combustión.
- Forma mezclas explosivas con el hidrógeno y otros gases inflamables
- En estado gaseoso es 2.5 veces más pesado que el aire.
- En estado líquido tiene una densidad 1.5 veces la del agua.

10.9 CARACTERIZACIÓN DE LAS SUSTANCIAS PRESENTES EN LA BODEGA.

10.9.1 Tolueno:

10.9.1.1.1 Propiedades físicas y termodinámicas:

- Punto de ebullición: 111°C
- Punto de fusión: -95°C
- Densidad: 0.87 g/ml (a 20 °C).
- Punto de inflamación en copa cerrada (Flash point): 4 °C
- Temperatura de auto ignición: 530- 600 °C
- Solubilidad: muy poco soluble en agua (0.05 g/100 ml), miscible con éter, acetona, etanol, cloroformo, ácido acético glacial, disulfuro de carbono y aceites.

10.9.2 Acetona:

10.9.2.1.1 Propiedades físicas y termodinámicas:

- Punto de ebullición: 56.5 °C
- Punto de fusión: -94 °C.
- Densidad: 0.788 g/ ml (a 25 °C)
- Punto de inflamación en copa cerrada (flash point): -18 °C.
- Temperatura de autoignición: 538 °C.
- Solubilidad: Miscible con agua, alcoholes, cloroformo, dimetilformamida, aceites y éteres.

10.9.3 Gas Cloro:

10.9.3.1.1 Propiedades físicas y termodinámicas:

- Punto de ebullición: -34.05 °C
- Punto de fusión: -101.00 °C.
- Punto de inflamación en copa cerrada (flash point): No aplica.
Temperatura de autoignición: No aplica.
- Solubilidad: Ligeramente soluble en agua fría (reacciona). Soluble en cloruros, alcoholes y álcalis.

10.10 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.

En la mayoría de los casos, los incendios son situaciones inevitables, sin embargo, es posible minimizarlos mediante acciones adecuadas de protección.

Estos sistemas corresponden a un conjunto de elementos configurados para detectar cambios ambientales debido a combustión; estos generan señales de alarma, en general,

se componen de dispositivos de activación manual y dispositivos automáticos de detección.

Los sistemas contra incendio están dentro de un conjunto de medidas para proteger edificaciones contra el fuego. Parte de sus objetivos son:

- Evitar la propagación del fuego y efectos.
- Salvaguardar la vida de las personas.
- Facilitar el acceso y labores de extinción del personal de bomberos.
- Proteger la estructura.
- Conseguir que las actividades del recinto se reanuden lo antes posible

10.11 TIPOS DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

10.11.1 Protección Activa:

Son acciones directas para la protección y lucha contra incendios en una instalación. Por ejemplo: la evacuación, sistemas fijos, utilización de extintores, entre otros.

10.11.2 Protección Pasiva:

Son las medidas que deben estar permanentemente presentes sin implicar ninguna acción directa sobre el fuego; sin embargo, pueden prevenir la propagación, proteger ductos e instalaciones eléctricas; evita la pérdida de estabilidad de la estructura; a partir de estas acciones; se facilita la evacuación de personas en caso de incendio y retarda la acción del fuego.

10.12 INSTALACIONES HIDRÁULICAS CONTRA INCENDIOS.

Según Juan M. Suay Belenguer, una instalación hidráulica contra incendios se puede ordenar sucesivamente en tres partes diferenciadas, aprovisionamiento, alimentación y ataque.

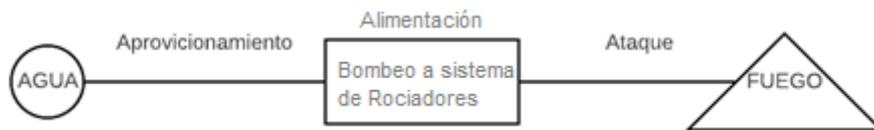


Figura 4. Instalaciones hidráulicas. Fuente: (Suay, 2010).

El aprovisionamiento responde a la parte de la instalación que proporciona el agente extintor; es decir, es la fuente de alimentación de agua; este cuenta con algunas partes, entre ellas:

- El sistema de impulsión.
- La Red general de incendios.
- Hidrantes exteriores.
- Mangueras.

Por otra parte, dentro de la configuración hidráulica se tiene el ataque, en este se busca garantizar la llegada del agua sobre el fuego, este cuenta con rociadores automáticos y lanzas (Suay, 2010).

10.13 ELEMENTOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.

10.13.1 Abastecimiento de agua contra incendios (ABA):

Fuente de alimentación de agua es la encargada de brindar el caudal de agua necesario para los sistemas específicos de extinción de incendios (Suay, 2010).

Como fuentes podemos dividirlo en tres grupos:

10.13.1.1 Redes públicas de distribución:

Presentan problemas de fiabilidad; estas se utilizan para pequeños riesgos.

10.13.1.2 Fuentes inagotables:

Se tienen las naturales (ríos, lagos y mares) y las fuentes artificiales (embalses y pozos).

10.13.1.3 Depósitos:

- Bajo o de superficie: se asocia a un grupo de bombeo.
- Elevado o de gravedad: es el más fiable pero costoso.
- Presión: es fiable y requiere bajo mantenimiento, sin embargo, para mantener la presión es necesario la implementación de un gas.

10.13.2 Sistemas de impulsión

Su objetivo es garantizar las condiciones de presión que requieren todos los puntos de demanda.

10.13.3 Bocas de incendio equipadas (BIE)

Son un conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua hasta el lugar del fuego; se conforma de: válvula, manguera y lanza; por otra parte, es conformado por los elementos de soporte, medición de presión y protección del conjunto (Suay, 2010).

Las BIE son utilizados de acción inmediata a cargo de un equipo de primera intervención; además, pueden determinarse como medio fundamental de extinción interior. (Suay, 2010).

10.13.4 Sistemas de hidrantes exteriores

Dispositivos hidráulicos que se utilizan para suministrar agua a los vehículos de extinción o a los sistemas de mangueras; se encuentran conectados a la red de abastecimiento de agua contra incendios (Suay, 2010).

10.14 ROCIADORES AUTOMÁTICOS

Estos rociadores cumplen el medio de protección contra incendios de mayor fiabilidad, debido a que evitan demoras entre la detección y la lucha contra el incendio. (Suay, 2010).

Según la NFPA 13, capítulo 3 se cuenta con características de los rociadores para controlar o extinguir un incendio. (NFPA13, 2019)

10.14.1 Requisitos básicos para la instalación de rociadores

Según la norma para la Instalación de rociadores, se deben cumplir principios básicos para una correcta implementación:

- Los rociadores deben ser instalados en la totalidad de las instalaciones. (NFPA13, 2019).
- Los rociadores deben estar ubicados de manera que no se exceda el área de protección máxima por rociador. (NFPA13, 2019)
- Los rociadores deben estar posicionados y ubicados de manera que su desempeño sea satisfactorio con respecto al momento de activación y a la distribución. (NFPA13, 2019)
- Debe permitirse que los rociadores sean omitidos en las áreas específicamente permitidas por la norma. (NFPA13, 2019)

- Cuando los rociadores sean específicamente probados y los resultados de las pruebas demuestren que las desviaciones de los requisitos de espacios libres con miembros estructurales no afectan la capacidad del rociador para controlar o suprimir un incendio, debe permitirse su posicionamiento y ubicación de acuerdo con los resultados de las pruebas. (NFPA13, 2019)
- Debe permitirse un espacio libre entre rociadores y cielorrasos que no exceda los máximos especificados según la norma, siempre que las pruebas o cálculos demuestren una sensibilidad y un desempeño comparables de los rociadores con aquellos instalados conforme a lo establecido en estas secciones. (NFPA13, 2019).

10.14.2 Características generales de un rociador.

10.14.3 Sensibilidad térmica:

Es una medida de la rapidez con que funciona el elemento térmico; una medida de la sensibilidad térmica es el índice de tiempo de respuesta (RTI), según se mide en condiciones de ensayo normalizado. Los rociadores se pueden clasificar de acuerdo con el índice de respuesta en:

- **Rociadores de respuesta rápida:**

Estos presentan un elemento térmico con un índice de respuesta (RTI) de 50(metros-segundos)^{1/2} o menos.

- **Rociadores de respuesta estándar:**

Estos presentan un elemento térmico con un índice de respuesta (RTI) de 80(metros-segundos)^{1/2} o menos.

El elemento térmico presente en los rociadores es una bombilla de vidrio; en el caso de la respuesta rápida (QR), es de 3 mm y de 5mm para los de respuesta estándar (SR); la bombilla más pequeña aumentará la capacidad de respuesta térmica del rociador, lo que permite un tiempo de activación más rápido.

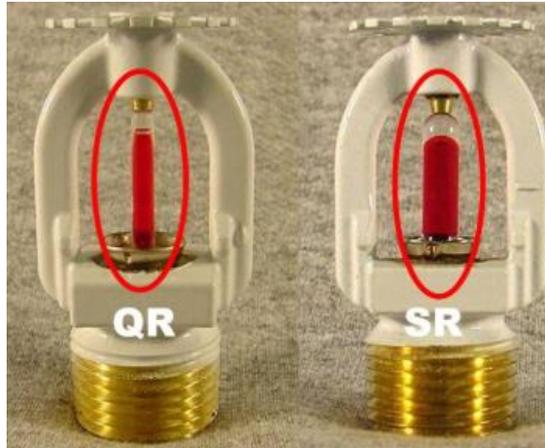


Figura 5. Bombilla de respuesta en rociadores. Fuente: (Villafuerte, 2019)

10.14.4 Rango de temperatura o temperatura de activación.

Es importante determinar la temperatura ambiente de cubierta con la que se va a trabajar, para evitar ciertos accidentes, como el accionamiento accidental al presentarse aumentos de temperatura en los recintos, e incluso un descontrol del número de rociadores en funcionamiento, en caso de activación del sistema de supresión de incendios.

Según la norma para la instalación de sistemas rociadores, los colores responden a la temperatura de activación, Naranja 57.2 °C, Rojo 68.3°C, Amarillo 78.9°C, Verde 93.3°C, Azul 141.1°C, Morado 182.2°C, Negro 226.7°C. (NFPA13, 2019)

10.14.5 Elementos de rociadores automáticos en sistemas de tuberías húmedas.

- Rociadores:

Estos se abren de forma automática por acción del calor en las bombillas de vidrio.

- Red de tuberías:

La red de tubería se encarga de alimentar los rociadores con el caudal y la presión necesaria para mitigar cualquier caso de riesgo.

- Válvula de alarma.

Indica cuándo se ha activado un rociador que genera una alarma, mientras hay flujo.

- Válvula de control, para abrir y cerrar el paso.

Las válvulas de control al ser activadas abren paso al agua para suplir los equipos necesarios, además, mantiene el agua a presión por encima de la clapeta, evitando el flujo en el sentido inverso desde las tuberías del sistema de rociadores. (Neoviss, s.f.)

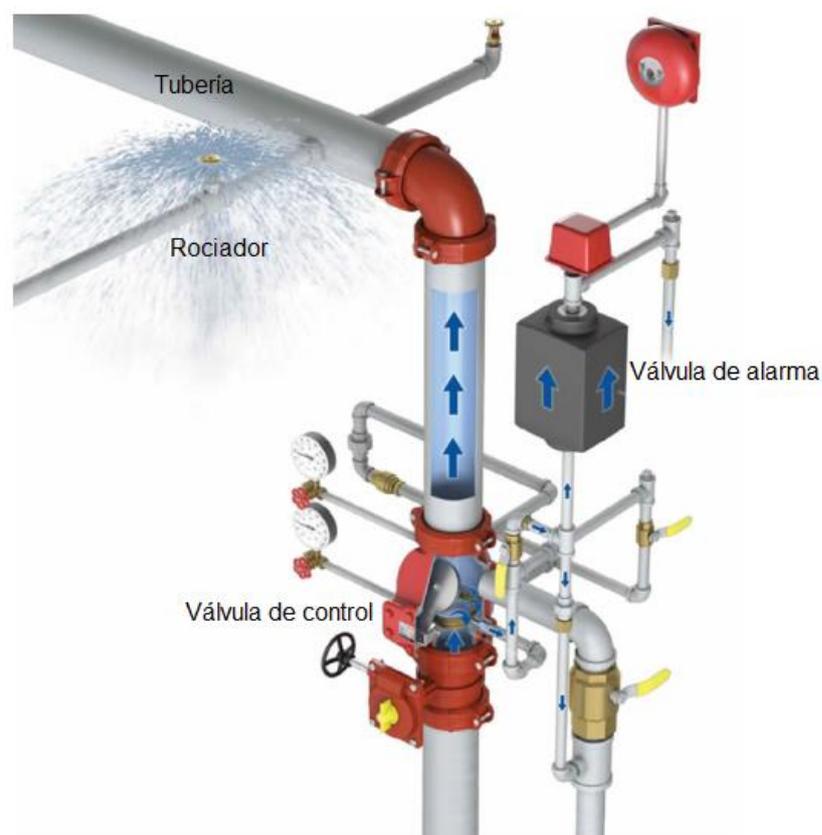


Figura 6. Elementos de rociadores automáticos. Fuente: (Neoviss, s.f.)

10.14.6 Clasificación según forma de distribución de agua.

10.14.6.1 Convencionales.

Este tipo de rociadores, al activarse, tienden a mojar parte del techo; sin embargo, la mayor parte del agua cae al suelo.

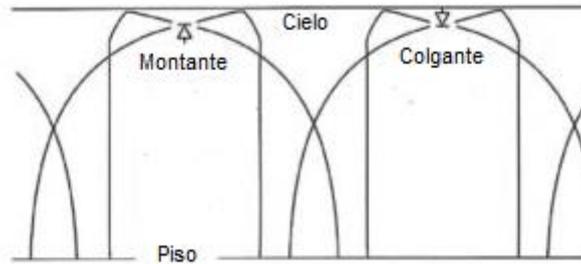


Figura 7. Descarga de rociadores. Fuente: (Galán, 2016)

10.14.6.2 Pulverizadores

La totalidad del agua cae hacia el suelo al activarse los rociadores.

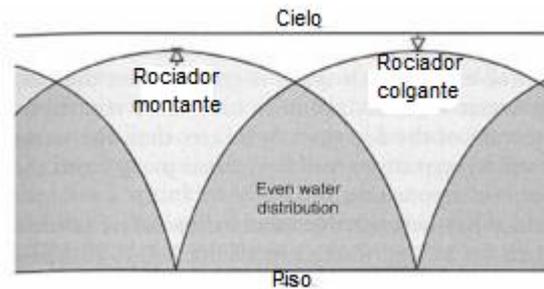


Figura 8. Rociadores pulverizadores. Fuente: (Galán, 2016)

10.15 ORIENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ROCIADORES

Según el inciso 3.3.205.3, los siguientes rociadores se definen de acuerdo con la orientación al instalarse. (NFPA13, 2019)

10.15.1.1 Rociador Oculito.

Empotrado con placa cubierta para mejorar su estética, se coloca en lugares donde se desee disimular su presencia.

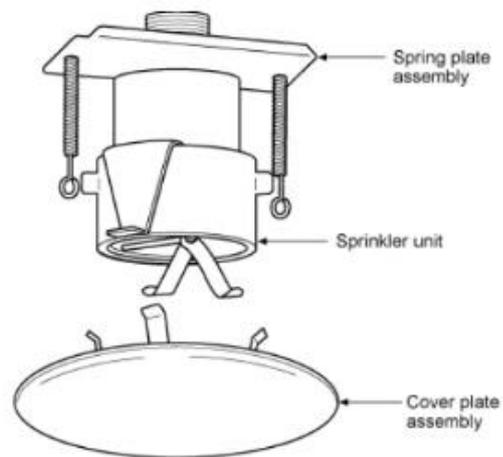


Figura 9. Rociador oculto. (Chowanczak, 2012)

10.15.1.2 Rociador Montado a Ras.

Estos son montados o una parte de su cuerpo es montada por encima del cielorraso, tienen un aspecto atractivo, ocultando el deflector y otros componentes de funcionamiento; están calificados como rociadores de respuesta rápida.



Figura 10. Rociador montado a ras. Fuente: (Tyco, 2012)

10.15.1.3 Rociadores montantes

Estos son los rociadores más utilizados en los casos en que no se cuentan con techos en falso; la manera de colocación es con el rociador sobre el ramal de distribución con el deflector hacia arriba (Suay, 2010).

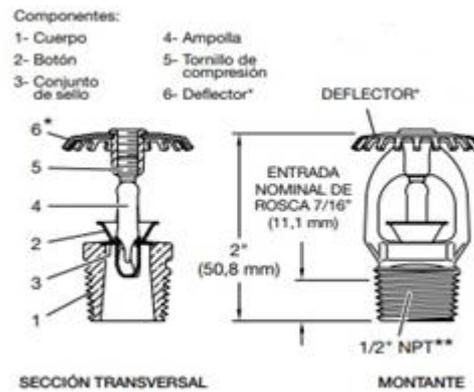


Figura 11. Rociador montante. Fuente: (Helios, 2019)

10.15.1.4 Rociadores colgantes

Se utilizan cuando se cuenta con techos falsos; el rociador se coloca con el deflector hacia abajo, del lado abajo del ramal de distribución.

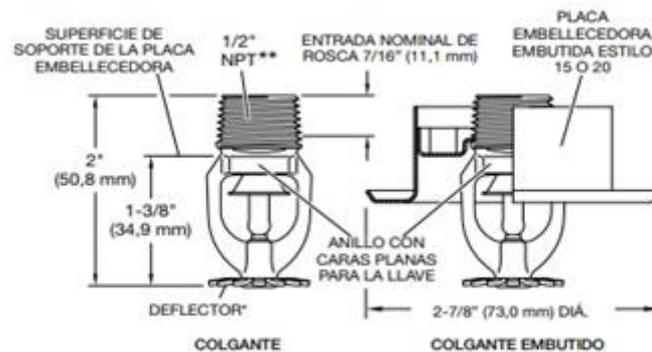


Figura 12. Rociador colgante. Fuente: (Helios, 2019)

10.15.1.5 Rociadores de pared

Se colocan con medio deflector recogido y con un obstáculo vertical (Suay, 2010).



Figura 13. Rociador de pared. Fuente: (Helios, 2019)

10.16 TIPOS DE ROCIADORES A SEGÚN LA RESPUESTA DE ROCIADORES

A según el tiempo y las condiciones de respuesta, se tienen distintos tipos de rociadores, entre ellos:

- SR: Rociador de respuesta estándar.
- QR: Rociador de respuesta rápida.
- ESFR: Rociador de extinción temprana y respuesta rápida.
- HT: Alta temperatura.
- OT: Temperatura ordinaria.
- CMDA (control densidad/área), comúnmente utilizados en almacenamientos.
- CMSA (Genera gotas grandes, para combatir incendios de riesgos específicos)

10.17 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ROCIADORES

Los sistemas de rociadores cumplen con un patrón sistemático previamente calculado; estos se ocupan de la descarga de agua sobre el área de incendio, además, están compuestos por una red de tuberías, una fuente de suministro de agua, válvula de control de agua, sistema de alarma de flujo de agua y drenaje.

10.17.1 Instalaciones Húmedas.

Son instalaciones llenas de agua y presurizadas, en los cuales se descarga el agua de manera inmediata desde los rociadores por el calor de un incendio; estos deben estar conectados a un suministro de agua.

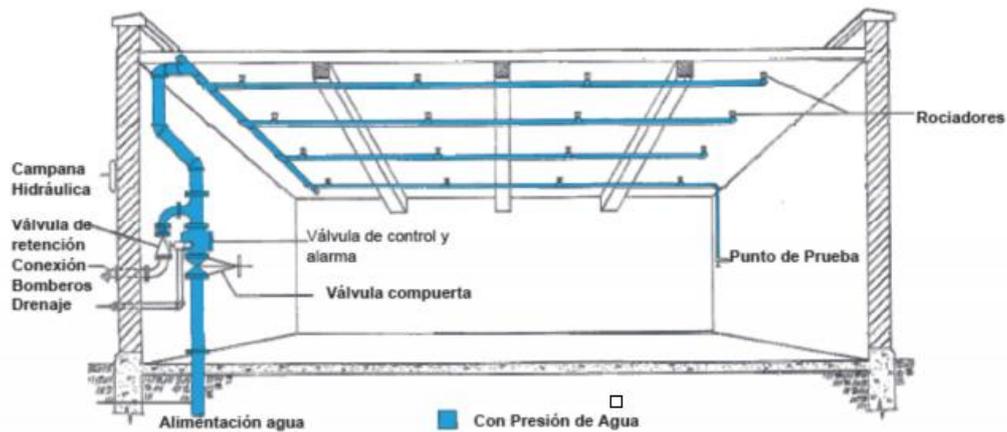


Figura 14. Sistema húmedo de Rociadores. Fuente (Tyco, s.f.)

10.17.2 Instalaciones secas.

Se utilizan cuando se presentan riesgos de congelación; estos sistemas contienen aire o nitrógeno, los cuales, al ser liberados, permiten el paso del agua de tubería.

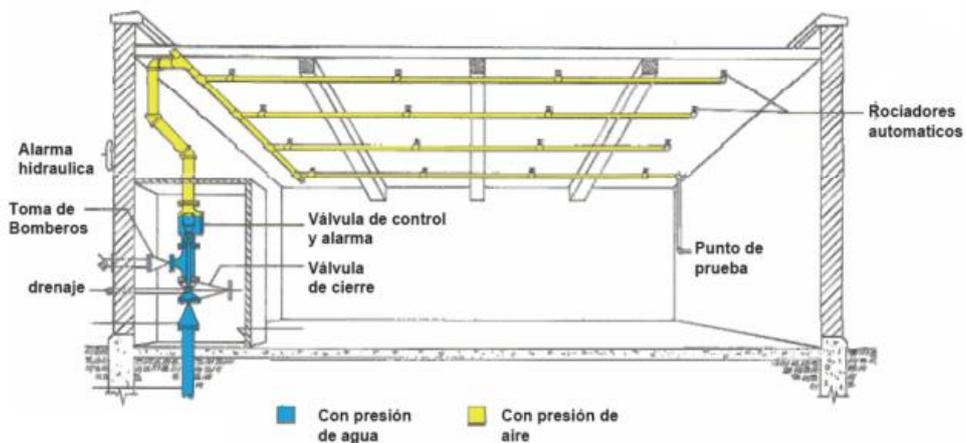


Figura 15. Sistema Seco de rociadores. Fuente(Tyco, s.f.)

10.17.3 Instalaciones combinadas

Este sistema está comprendido por una válvula de alarma (seca y mojada), la cual, al presentarse un incendio, la tubería aguas debajo de la válvula es presurizada con aire; y aguas arriba se presuriza con agua.

10.17.4 Instalaciones de acción previa

Tienen un sistema de detección automática; están compuestos por válvula de diluvio y válvula de retención. Se utiliza, en ocasiones, cuando se debe asegurar que no se activen de forma accidental, comúnmente en zonas refrigeradas.

10.17.5 Sistema de rociadores en malla.

Responde a un sistema en el cual las tuberías principales están conectadas con tuberías ramales.

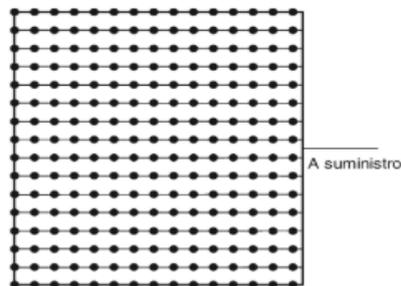


Figura 16. Malla de rociadores. Fuente (NFPA,2019)

10.17.6 Sistema de rociadores en bucle.

Son sistemas en que múltiples tuberías principales transversales están unidas, pero sus líneas ramales no.

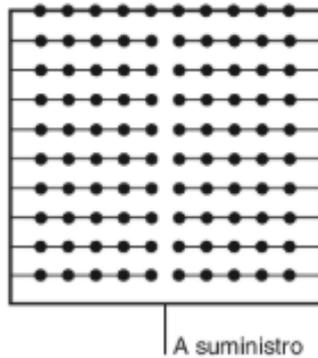


Figura 17. Sistema de rociadores en Bucle. Fuente (NFPA,2019)

10.17.7 Sistema de agua pulverizada-boquillas abiertas.

Este es capaz de absorber más rápidamente la energía de la combustión; al tener las boquillas abiertas, posee un efecto de sofocación mayor, al descargar grandes cantidades de agua sobre el área protegida (Suay, 2010). Comúnmente, la utilización de agua pulverizada es para recintos de alto riesgo, por ejemplo, almacenes de sustancias inflamables.

Componentes de un sistema de agua pulverizada

- Cabezas pulverizadoras.
- Ramales.
- Colectores.
- Tuberías de distribución.
- Tubería vertical o ascendente.
- Válvula de alarma.

10.18 SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA.

Estos sistemas utilizan partículas muy pequeñas de agua, permitiendo el control, sofoque y supresión del fuego; el agua nebulizada se encarga del enfriamiento tanto de los

gases generados en la combustión, del desplazamiento de oxígeno por evaporación y, por último, de la atenuación del calor radiante con las mismas pequeñas gotas.

10.18.1 Sistemas de espuma física de baja expansión

Son comúnmente utilizados para proteger líquidos inflamables; el funcionamiento se da a partir de la detección; el agua se dirige al generador de espuma; y dicha espuma, se dirige hacia los puntos de descarga.

10.19 TUBERÍAS.

Para la selección de las tuberías, es importante cerciorarse que sean las adecuadas al sistema por diseñarse; además, es importante que estén aceptadas y evaluadas su producción por una entidad competente como NFPA (listadas) y, finalmente, que se encuentre en el mercado.

Según el inciso 7.3.4.3, se establece que toda tubería debe de incluir el nombre del fabricante, la designación del modelo y la cedula. (NFPA 13,2019).

10.20 SISTEMA DE BOMBEO PRINCIPAL.

Este debe arrancar automáticamente al caer la presión en la red o por demanda de caudal, y pararse manualmente.

La bomba tiene la función de proporcionar flujo y líquido dedicados a la protección contra incendios; y se considera como un ensamblaje de una bomba auxiliar, un motor con su respectivo tanque, controlador y distintos accesorios. (NFPA20, 2013)



Figura 18. Bomba de agua para protección de incendios carcasa partida Fuente: Modasa

10.21 EQUIPO DE BOMBEO AUXILIAR O BOMBA JOCKEY:

Su función es mantener la instalación a presión constante, reponiendo las fugas de red general.

Esta bomba sostenedora de presión se dimensiona al establecer que debe compensar la tasa de pérdidas admisibles en 10 minutos, no puede tener un flujo mayor al del rociador más demandante del sistema; se estipula que debe tener una presión de arranque superior a 34.5kPa respecto a la bomba principal. (NFPA20, 2013)



Figura 19. Bomba Jockey Fuente: PurityFire

10.22 CONFIGURACIÓN DE MOTORES

En cuanto al tema de configuración de los motores, se tiene dos categorías.

10.22.1 Categoría 1

Se conforma de un equipo de bombeo principal doble, con dos opciones:

- I. Dos bombas que suministran cada una la demanda total de caudal a la presión prevista, una con motor eléctrico y otra con motor diésel. (Suay, 2010)
- II. Tres bombas que cada una de la mitad del caudal previsto a la misma presión, trabajando en paralelo, con las siguientes posibilidades (Suay, 2010):
 - Una bomba con motor eléctrico y dos bombas con motores diésel.
 - Tres bombas con motores eléctricos, con dos acometidas distintas.
 - Dos bombas con motores eléctricos y una bomba con motor diésel, con dos acometidas distintas.

10.22.2 Categoría 2

Se conforma de un equipo de bombeo principal único, el cual puede estar configurado de las siguientes maneras:

- I. Una bomba que suministra la demanda total de caudal con un motor diésel o eléctrico (Suay, 2010).
- II. Dos bombas de suministro, entregando cada una la mitad de caudal previsto a la misma presión; ambos motores pueden ser diésel o eléctricos (Suay, 2010).

10.23 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El diseño de tanques y su debida instalación se dan a partir de la NFPA 22 (Norma para Tanques de Agua para la Protección Contra Incendios Privada).

Para el dimensionamiento de este, se debe conocer primeramente el caudal nominal de la bomba y el tiempo de descarga asociado al riesgo que se determine en el área por proteger.

Entonces, al multiplicar el caudal por el tiempo estipulado de descarga, se obtiene el volumen que debe contener el tanque.

Finalmente, el material y tipo de tanque son determinados por el diseñador. Según NFPA 22, algunos tipos de tanques pueden ser:

- Tanques de succión y tanques por gravedad de acero al carbono soldado o de aleación de concreto.
- Tanques de acero al carbón atornillados y revestidos de fábrica.
- Tanques de succión de tela revestida por terraplenes.
- Tanques por gravedad y tanques de succión de concreto.
- Tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio.

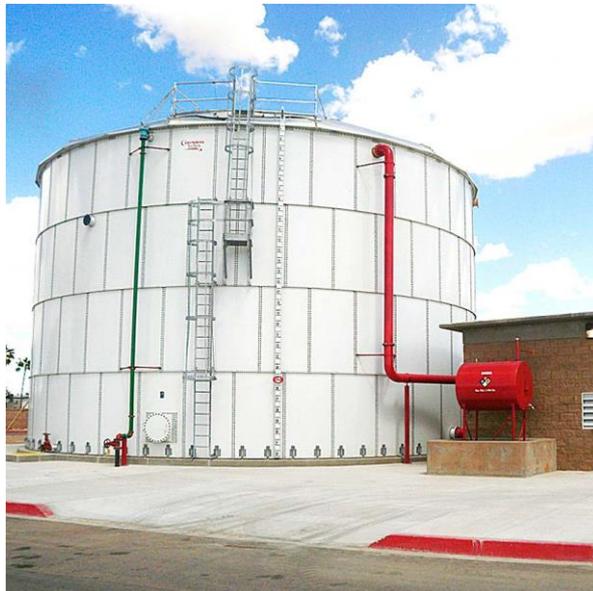


Figura 20. Representación de tanque de almacenamiento de agua contra incendio.

11 DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación, se presenta el desarrollo del diseño para un sistema de supresión de incendios para una bodega de almacenamiento químico y su respectivo sector administrativo, el cual cuenta con dos niveles.

Primeramente, se presenta el cálculo manual y, a partir de un software (Sprinkcalc), del sector administrativo y posterior mente para el sector de bodega.

Según el artículo 4.2 de la NFPA 13,2019, se indica que antes de iniciar un diseño, el propietario del recinto, en el cual se instalará el sistema de rociadores, debe proporcionar algunas consideraciones presentes en el certificado de información del propietario (Figura A.27.1(b) de la NFPA 13,2019) (Anexo 16):

- Uso previsto del edificio.
- Materiales dentro del edificio.
- Altura máxima.
- Plan preliminar de la estructura.
- Información sobre el suministro de agua.

Seguidamente, con el código de seguridad humana se realiza la clasificación del riesgo de los contenidos del edificio; según el inciso 6.2.2; se clasifican los recintos como riesgo leve, ordinario o elevado. (NFPA101, 2018)

Además, en el capítulo 7 de la NFPA 13, se presentan los requisitos para el correcto uso de los componentes del sistema de rociadores por diseñarse; se dicta que todos los materiales y dispositivos esenciales para el funcionamiento satisfactorio deben estar debidamente listados, a excepción de los que cumplen con los requisitos del inciso 7.1.1.3, 7.1.1.4 o 7.1.1.5. (NFPA13,2019)

11.1 DISEÑO DEL SECTOR ADMINISTRATIVO.

Para dar inicio con el diseño del sector de oficinas, es pertinente establecer condiciones de diseño, para orientar la correcta implementación de las normas según sean requeridas.

Características:

- Se implementará un sistema de tubería húmeda.
- Se realizará con cálculos hidráulicos.
- Cielorraso horizontal.
- Se presentan materiales combustibles.
- Se implementarán rociadores colgantes (pendent).
- No se presentan obstrucciones en la distribución.
- Se clasificó como un recinto de riesgo leve.
- Recinto de miembros expuestos (se desconoce la longitud).

Por ende, en el diseño del sistema de rociadores, se siguen los lineamientos presentes en la respectiva norma (NFPA13, 2019), la cual responde a la Instalación de Sistemas de Rociadores.

Seguidamente, se presentan los cálculos para obtener los correctos valores para el sistema de supresión; cada cálculo se realiza a partir de las estipulaciones normadas por NFPA.

11.1.1 Requisitos de instalación para rociadores en las instalaciones de oficinas.

Según el Anexo A.4.3.2 de la NFPA13, se presenta una clasificación de los recintos de riesgo leve asociado. (NFPA13, 2019)

Tabla 3. Ejemplos de riesgos leves.

| Riesgo | Instalaciones |
|--------|---|
| Leves | <ul style="list-style-type: none"> • Ocupaciones educacionales. • Oficinas. • Oficinas de procesamiento de datos. • Ocupaciones residenciales. • Bibliotecas. • Iglesias. |

Fuente: NFPA13. Elaboración propia.

Después, a partir de la tabla 10.2.4.2.1(a), referente a áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve, se procede a desarrollar la distribución de rociadores para el sector de oficinas. (NFPA13, 2019).

Seguidamente, se define el tipo de construcción no obstruida, como se indica en el inciso 3.3.41; este tipo de construcciones se caracteriza porque las vigas, cerchas y otros miembros no impiden el flujo de calor ni la distribución de agua, de manera que se afecte materialmente la capacidad de los rociadores de controlar o suprimir incendios.

Las construcciones no obstruidas, con sistemas calculados hidráulicamente cuentan con un área de protección máxima de 20m² y un espaciamiento de 4.6m entre cada rociador, según la tabla 10.2.4.2.1 (a).

11.1.2 Limitaciones del área de protección del sistema

El área máxima permisible, que va a ser protegido mediante rociadores, se ve limitada de acuerdo con el riesgo presente.

Tabla 4. Área máxima según el riesgo.

| Riesgo | Área máxima |
|---------------|--------------------|
| Leve | 4830m ² |
| Ordinario | 4830m ² |
| Extra | 3720m ² |

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los pisos por diseñarse poseen un área de protección de aproximadamente 106m², lo cual cumple correctamente con el área máxima permisible para riesgo leve; por ende, se puede involucrar todo el sistema en una sola tubería vertical (Riser).

11.1.3 Clasificación de temperaturas

Parte de la selección de rociadores, a partir de las características de temperatura del medio a desempeñar función, en el inciso 9.4.2 de la NFPA13, 2019, se establecen los tipos de rociadores que se deben utilizar en los recintos, de acuerdo con la temperatura; si esta excede los 38°C, se procede a la implementación de la tabla 7.2.4.1 (ver tablas de selección en los anexos), la cual no se requiere en este caso. (NFPA13, 2019)

La temperatura máxima del techo no supera los 38°C, por ende, se trabaja con rociadores de temperatura ordinaria, los cuales presentan bulbos de vidrio color Naranja o Rojos.

11.1.4 Sensibilidad térmica.

A partir de las consideraciones de diseño, presentes en el inciso 9.4.3.1, del cual se establecen los tipos de rociador adecuados para ocupaciones de riesgo leve, que comúnmente suelen utilizar rociadores del tipo respuesta rápida "QR". (NFPA13, 2019)

Los Rociadores QR son rociadores con un RTI de 50 m/s ; además, según el inciso 9.4.4.2, para efectos de cálculo hidráulico, dichos rociadores presentan un factor de descarga K-5.6 (80) (NFPA13, 2019)

A partir del factor de descarga (ver la tabla 7.2.2.1 en anexos), se presentan las características de descarga de los rociadores y se establece que para un K igual a 5.6, se debe implementar un tipo de rosca de 15mm (1/2 pulg)NPT.

11.1.5 Ubicación de los rociadores.

El espaciamiento adecuado para ubicar correctamente los rociadores se estipula en el inciso 9.5.3; seguidamente, luego de su clasificación de peligrosidad, se utilizan los requisitos de instalación para rociadores pulverizadores estándar colgantes, montantes y de muro lateral. (NFPA13, 2019)

11.1.5.1 Distancia máxima entre muros.

La distancia de los rociadores con respecto al muro no debe exceder la mitad de la distancia permitida entre rociadores (ver tablas de selección en los anexos), es decir, no debe de superar 2.3m. (NFPA13, 2019)

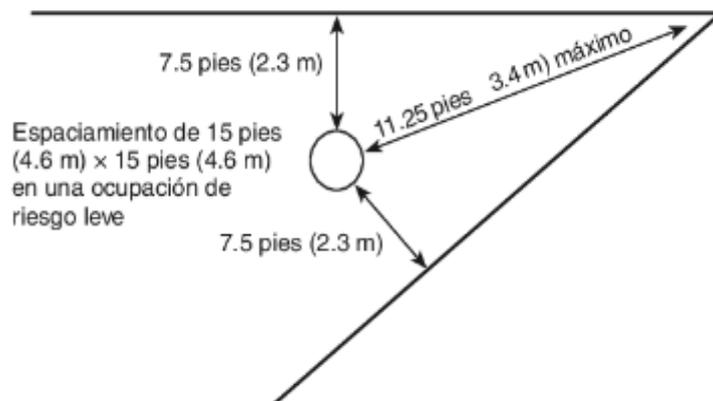


Figura 21. Distancia máxima entre muros. Fuente: NFPA13, 2019

11.1.5.2 Distancia mínima desde muros.

Según la norma los rociadores, los mismos deben estar ubicados a una distancia mínima de 100mm respecto a los muros. En el diseño propuesto se ubicarán a una distancia superior a la mínima permisible; será aproximadamente entre 1.01 m y 1.55m distancia del rociador al muro. (NFPA13, 2019)

11.1.5.3 Distancia mínima entre rociadores.

Según la norma, los rociadores deben estar espaciados a una distancia mínima de 1.8m entre centros uno de otro. En la configuración propuesta para este proyecto se cumple con distancias mayores a 1.8m; se presentan casos con una distancia de 3,12m a 3,80m entre centros. (NFPA13, 2019)

11.1.5.4 Distribución de rociadores.

Para la distribución de rociadores del sector de oficinas, es importante rescatar que se tomaron en cuenta las vigas, paredes y demás características estructurales.

A partir de estipulaciones de NFPA13,2019, se procederá a trazar un sistema de árbol, el cual se conforma de una tubería transversal (Cross main), la cual será encargada de alimentar cada una de las tuberías ramales (Branch Lines).

11.1.6 Perdida de presión por fricción

Para el cálculo de perdida de fricción en los sistemas de tuberías que trasiegan agua, se utilizará la formula Hazen-Williams, la cual se representa como:

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

Dónde:

p = Resistencia friccional (psi/pie de tubería)

Q = Flujo (gpm)

C = Coeficiente de pérdida por fricción.

d = Diámetro interno real de la tubería.

Debido a los requerimientos en unidades, se procede a calcular la resistencia friccional a partir de la siguiente ecuación expresada en (psi/metro)

$$p = \frac{14.83Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

Para obtener el valor C de la formula Hazen-Williams, se hace con la tabla 27.2.3.8.1 de la NFPA 13,2019.

Se selecciona una tubería de acero negro, la cual se recomienda para sistemas húmedos y, respectivamente, posee un valor de C igual a 120. (ver tablas de selección en los anexos) y el valor d será referente al diámetro interno de tubería en estudio.

11.1.7 Pérdida de presión por elevación.

Esta responde a los tramos que cambian de altura; se denota como P_e y su respectivo calculo en metros se da a partir de la siguiente ecuación

$$P_e = 1.42 \text{ psi/m}$$

$$P_e = 1.42(\text{altura en metros})$$

Para finalizar con el cálculo de presiones, se aplica el método de la Presión Total (P_t), en el cual se toman en cuenta las pérdidas por fricción y la presión de elevación (P_e).

Además, según el inciso 27.2.4.12 (NFPA13, 2019), se debe de tomar en cuenta que la presión operativa máxima de un rociador debe de ser de 1207kPa (175psi).

11.1.8 Factor K.

El factor K responde a la presión desde un orificio, se obtiene mediante la siguiente ecuación - este se calcula a partir del flujo y la presión que trasiegan por el punto en estudio.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

Donde:

K = responde al equivalente de presión en un orificio

Q = flujo en el nodo

P = presión en el nodo

11.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS (OFICINAS).

Al realizar el cálculo hidráulico para sistemas húmedos, se debe contemplar el agregar las tuberías verticales del sistema de rociadores y las válvulas de mangueras para el cuerpo de bomberos.

Los cálculos hidráulicos del sistema, según el inciso 27.2.4.7.5, deben iniciarse a partir del rociador más remoto del sistema. (NFPA13, 2019).

Por otra parte, se debe considerar las restricciones para la presión de cada rociador, según dicta el inciso 7.2.4.10; la presión mínima para cualquier rociador debe ser de 48,26 kPa (7psi) y una presión máxima operativa de 1207 kPa (175psi), estos últimos atribuidos a riesgos extra. Además, es importante utilizar la presión calculada en cada rociador para determinar la tasa de flujo de cada rociador en particular.

Para efectos de este proyecto en el cálculo de las oficinas, se ubica el rociador con la ruta crítica, es decir, el mas lejano; en cada uno de los pisos, el rociador más lejano se presenta en la esquina superior izquierda.

11.2.1 Densidad de flujo por área.

La demanda de flujo de agua se puede determinar mediante el método de cálculo hidráulico.

Primeramente, se procede a realizar el estudio para corroborar el área de operación a protegerse, la cual consta de 109m^2 .

Según las restricciones del inciso 19.3.3.1.4 de la NFPA 2019, se determina que para áreas menores a 140m^2 , se categorizan como riesgo leve, por ende, se procede a trabajar con una densidad de $0.10\text{gpm}/\text{pie}^2 = 4.1\text{mm}/\text{min}$.

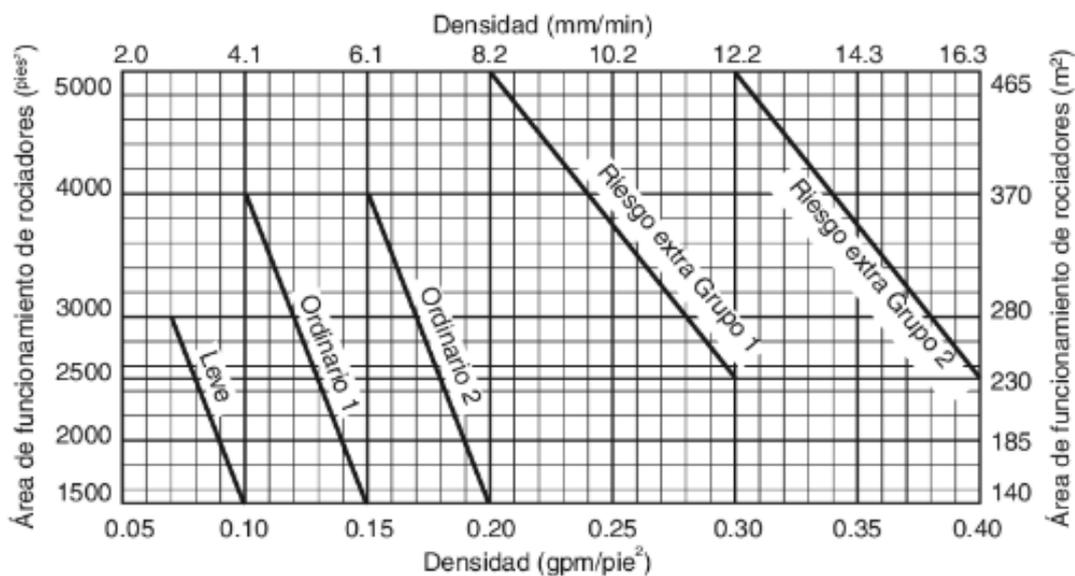


Figura 22. Curvas de densidad. Fuente: (NFPA13, 2019)

11.2.2 Determinación del área de protección por rociador.

Con el inciso 9.5.2 de la NFPA13,2019 se procede al cálculo del área de protección de cada rociador, sin olvidar que el área máxima de protección para rociadores pulverizadores colgantes es de $21\text{m}^2 = 225\text{pies}^2$; seguidamente, se debe determinar la distancia entre rociadores ascendente o descendente y elegir la que sea mayor de dos veces la distancia hasta el muro, esto representa en valor "S"; luego, se procede a determinar la distancia perpendicular hasta el rociador de la línea ramal adyacente y se

elige el valor que sea mayor a dos veces la distancia hasta el muro o al siguiente rociador y se denota como "L".

$$A_s = S \times L$$

$$A_s = (3.80)(3.12)$$

$$A_s = 11.856\text{m}^2 \cong 12\text{m}^2$$

$$A_s = 128\text{pies}^2$$

El valor obtenido satisface las características presentes de espaciamiento y área máximo de protección, presentes en la tabla 10.2.4.2.1 (a) de la NFPA13,2019, la cual se presenta en las tablas de selección de los anexos y se trabajará con la condición de combustible no obstruida.

11.2.3 Caudal mínimo de agua por rociador.

Para la determinación de la cantidad de agua mínima en un rociador, se debe multiplicar el área de protección por la densidad de flujo, y esta cantidad debe satisfacer al rociador más alejado.

Además, según el inciso 19.3.3.1.4 de la NFPA13, al tratarse de un recinto con riesgo leve y un área inferior a los 140m^2 , se utiliza la densidad mínima según la curva.

El dato obtenido responde al flujo mínimo que requiere cada rociador para su óptimo funcionamiento.

$$Q = A_s \cdot D$$

$$Q = 128\text{ft}^2 \cdot 0.10 \text{ gpm/ft}^2$$

$$Q = 12.8\text{gpm}$$

$$Q = 0.0009698 \text{ m}^3/\text{s}$$

11.2.4 Reducción del área remota.

En el inciso 19.3.3.2.3.1, se establece que a los rociadores de respuesta rápida se les permite que el área de funcionamiento calculada para el sistema sea reducida sin modificarse la densidad, esto es posible si se cumplen ciertas condiciones. (NFPA13, 2019)

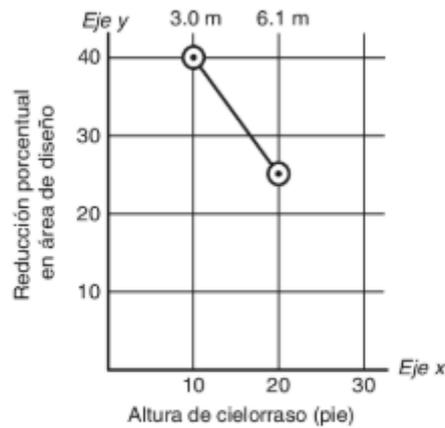
Condiciones para aplicar la reducción de área:

- Sistema de tubería húmeda.
- Ocupación de riesgo leve o riesgo ordinario.
- Altura máxima del techo de 6.1m (20 pies).
- Sin cavidades del cielorraso sin protección según lo permitido en el inciso 10.2.9 o 11.2.8.

Por ende, al cumplirse con las anteriores condiciones descritas, se procede a realizar una reducción; es importante resaltar que las alturas de los cielorrasos presentes en el sector de oficina son de 3.6m y 3.9m para el nivel 1 y el nivel 2 respectivamente.

Para realizarse el cálculo del porcentaje de reducción, este diseño presenta múltiples condiciones, las cuales difieren respecto a la altura máxima y mínima del cielo raso; en el caso en estudio, se tiene que las alturas superan los 3.048 m (10 pies), pero no exceden los 6.096m (20 pies).

Finalmente, a partir de la altura se procede a utilizar la fórmula apropiada para la reducción de área. Se utilizará la primer formula de la imagen que se muestra a continuación, debido a que las alturas están en el rango mencionado anteriormente (3.048m a 6.096m).



Nota: $y = \frac{-3x}{2} + 55$ para unidades de uso habitual en los Estados Unidos

Nota: $y = -4.8x + 54.6$ para unidades S.I.

Para altura de cielorraso ≥ 10 pies y ≤ 20 pies, $y = \frac{-3x}{2} + 55$

Para altura de cielorraso < 10 pies, $y = 40$

Para altura de cielorraso > 20 , $y = 0$

Para unidades SI, 1 pies = 0.31 m.

Figura 23. Reducción del área de diseño. Fuente: (NFPA13,2019)

Al tenerse dos alturas para cielorrasos, y como se utilizó un área de diseño mínima en las curvas de densidad/área, se trabajará de manera uniforme con el valor de la altura que genere la menor reducción del área, pero que cumpla con ambos, entonces, se trabajará con el cielorraso de la segunda planta, porque es el que genera una reducción menor del área de diseño y así asegurar el funcionamiento de la primera planta.

$$\text{Reducción porcentual} = y$$

$$\text{Altura del cielorraso (pies)} = x$$

$$y = \frac{-3x}{2} + 55$$

$$y = \frac{-3(12.58)}{2} + 55$$

$$y = 36\%$$

Al aplicar la reducción del área de diseño, se tiene que la nueva área para realizar los cálculos correspondientes será:

Área remota recalculada $\cong 89.6\text{m}^2$ (960 pies²).

A mayor cercanía de los rociadores con respecto al incendio, más se puede reducir el área de diseño, pues nos aseguramos de que para el caso de rociadores QR se activarán a mayor velocidad.

11.2.5 Cálculo de densidad

Una vez reducida el área, es importante recalcular el valor final de la densidad por área que se obtuvo de las curvas de densidad/área, por ende, se tiene que para el área mínima se presenta una densidad de: $4.1\text{mm}/\text{min}/89.6\text{m}^2$, en unidades utilizadas en nuestro país.

11.2.6 Largo de del área.

Los diseños basados en el método de densidad de área se deben realizar con diseños en los que se busca que los laterales se unan con ángulos rectos y con el lateral más largo paralelo a las líneas ramales; los diseños buscan semejar un rectángulo como se indica en el inciso 27.2.4.2.1; se selecciona una dimensión paralela a las líneas ramales de por lo menos 1.2 veces la raíz cuadrada del área de funcionamiento del rociador, esta con el objetivo de permitir la inclusión de rociadores de las líneas ramales adyacentes.

$$L_{\text{diseño}} = 1.2 \cdot \sqrt{A(\text{reducida})}$$

$$L_{\text{diseño}} = 1.2 \cdot \sqrt{89.6\text{m}^2}$$

$$L_{\text{diseño}} = 11.35\text{m}$$

Es importante mencionar que no hay forma de determinar con exactitud el comportamiento de propagación del fuego en cuanto a su figura, por ende, la anterior combinación utilizada es con el objetivo de prever el caso más crítico, en el cual se

desarrollará el fuego a lo largo de la línea ramal en que se deban activar la mayor cantidad de rociadores.

11.2.7 Numero de rociadores

Para el cálculo del número mínimo de rociadores para realizar cálculos hidráulicos con los que se obtendrán los requerimientos del sistema, se presenta la imagen A.27.2.4, en la que se tiene la formula correspondiente al cálculo del número de rociadores en la cual se toma en cuenta el área de diseño y el área de cobertura por rociador. (NFPA13, 2019)

$$\text{Total de rociadores} = \frac{\text{Área de diseño}}{\text{Área por rociador}}$$

$$\text{Total de rociadores} = \frac{140\text{m}^2}{11.856\text{m}^2}$$

$$\text{Total de rociadores} = 12$$

Como anteriormente se realizó un recalcu lo del área, se tiene una variación de la cantidad mínima de rociadores.

$$\text{Total de rociadores} = \frac{89.6\text{m}^2}{11.856\text{m}^2}$$

$$\text{Total de rociadores} \approx 7.55$$

Finalmente, se estipula que se debe trabajar con un mínimo de 8 rociadores en caso de propagarse un incendio, todo por efectos de diseño y de consideraciones de distancias mínimas.

A partir del riesgo asociado, sensibilidad térmica, el factor de descarga, la temperatura de techo, el tipo de montaje y el criterio de diseñador se selecciona rociadores

colgantes, los cuales poseen una ampolla de vidrio que, al alcanzar la temperatura nominal, la ampolla estalla y se activa el rociador. (TycoFire, 2013)

Los rociadores deben estar listados por UL y cumplen con la NFPA 13; la presión máxima de trabajo es de 175 psi, factor de descarga de k-5.6, además, una temperatura de techo de 38°C.

Características de montaje:

- Instalar los rociadores colgantes en posición colgante.
- Aplicar el sellador correspondiente a las roscas de la tubería y ajustar el rociador manualmente en el accesorio del rociador.
- Ajustar el rociador en el accesorio del rociador usando solo la llave del rociador, aplicar un par de 9.5 a 19.0 Nm (7 a 14 ft-lb).

11.2.8 Tuberías para sector de oficinas.

La selección de la tubería se da a partir del riesgo asociado al recinto y a la cantidad de rociadores.

La distribución de rociadores en el área de oficinas arroja un total de 10 rociadores.

Para las tuberías transversales (cross mains) se tiene la opción de utilizar una tubería de acero de 65mm(2 1/2 pulg) , que es capaz de soportar hasta 30 rociadores; se tiene la otra opción de utilizar una tubería en cobre 65mm(2 1/2 pulg. capaz de soportar hasta 40 rociadores, esto hasta el nodo 3; seguidamente, se utiliza una reducción con un diámetro de 40mm(1 1/2 pulg) , la cual es capaz de soportar 5 rociadores tanto en acero como en cobre; finalmente, la tubería transversal acaba del nodo 4 al nodo 5 con un diámetro de 32mm(1 1/4 pulg) , la cual es capaz de soportar hasta 3 rociadores tanto en acero como en cobre. Para el caso de las tuberías ramales (branch line), al tenerse

únicamente 1 rociador después de cada nodo, se trabajará con una reducción a 25mm (1 pulgada) en acero o cobre; la anterior distribución de diámetros se da a partir de la tabla 27.5.2.2.1 y criterio de diseñador.

| Acero | Cobre | | | |
|------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|
| | | pulg. | mm | |
| 1 pulg. (25 mm) | 2 rociadores | 1 pulg. | 25 mm | 2 rociadores |
| 1¼ pulg. (32 mm) | 3 rociadores | 1¼ pulg. | 32 mm | 3 rociadores |
| 1½ pulg. (40 mm) | 5 rociadores | 1½ pulg. | 40 mm | 5 rociadores |
| 2 pulg. (50 mm) | 10 rociadores | 2 pulg. | 50 mm | 12 rociadores |
| 2½ pulg. (65 mm) | 30 rociadores | 2½ pulg. | 65 mm | 40 rociadores |
| 3 pulg. (80 mm) | 60 rociadores | 3 pulg. | 80 mm | 65 rociadores |
| 3½ pulg. (90 mm) | 100 rociadores | 3½ pulg. | 90 mm | 115 rociadores |
| 4 pulg. (100 mm) | Ver Sección 4.5 | 4 pulg. | 100 mm | Ver Sección 4.5 |

Figura 24. diámetros de tubería (Riesgo leve). Fuente: (NFPA,2019)

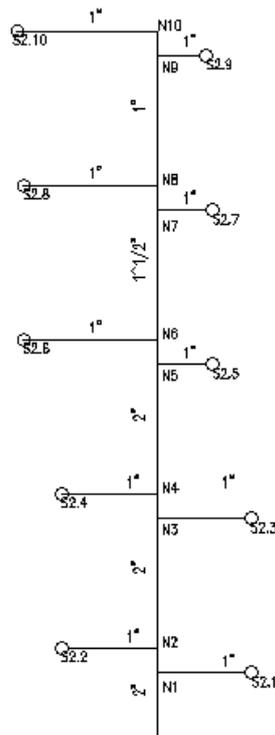


Figura 25. Diámetros de tubería. Fuente: Elaboración propia.

11.2.9 Tuberías, válvula y accesorios.

Se selecciona una tubería de acero negro cedula 40, el cual cumple con las normas ASTM A53, ASTM A795 y, además, es un material que se encuentra en el mercado ferretero de Costa Rica.

La manera de conectar las tuberías será a partir de juntas mecánicas (grooved) o roscadas. Posteriormente, para el cálculo de accesorios y válvulas, se realiza a partir de

Tabla 27.2.3.1.1 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40

| Accesorios y válvulas | Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | ½ pulg. (15 mm) | ¾ pulg. (20 mm) | 1 pulg. (25 mm) | 1¼ pulg. (32 mm) | 1½ pulg. (40 mm) | 2 pulg. (50 mm) | 2½ pulg. (65 mm) | 3 pulg. (80 mm) | 3½ pulg. (90 mm) | 4 pulg. (100 mm) | 5 pulg. (125 mm) | 6 pulg. (150 mm) | 8 pulg. (200 mm) | 10 pulg. (250 mm) | 12 pulg. (300 mm) |
| Codo 45° | — | 1 (0.3) | 1 (0.3) | 1 (0.3) | 2 (0.6) | 2 (0.6) | 3 (0.9) | 3 (0.9) | 3 (0.9) | 4 (1.2) | 5 (1.5) | 7 (2.1) | 9 (2.7) | 11 (3.3) | 13 (4) |
| Codo estándar 90° | 1 (0.3) | 2 (0.6) | 2 (0.6) | 3 (0.9) | 4 (1.2) | 5 (1.5) | 6 (1.8) | 7 (2.1) | 8 (2.4) | 10 (3) | 12 (3.7) | 14 (4.3) | 18 (5.5) | 22 (6.7) | 27 (8.2) |
| Codo de giro largo 90° | 0.5 (0.2) | 1 (0.3) | 2 (0.6) | 2 (0.6) | 2 (0.6) | 3 (0.9) | 4 (1.2) | 5 (1.5) | 5 (1.5) | 6 (1.8) | 8 (2.4) | 9 (2.7) | 13 (4) | 16 (4.9) | 18 (5.5) |
| En T o cruz (flujo con giro 90°) | 3 (0.9) | 4 (1.2) | 5 (1.5) | 6 (1.8) | 8 (2.4) | 10 (3) | 12 (3.7) | 15 (4.6) | 17 (5.2) | 20 (6.1) | 25 (7.6) | 30 (9.1) | 35 (10.7) | 50 (15.2) | 60 (18.3) |
| Válvula mariposa | — | — | — | — | — | 6 (1.8) | 7 (2.1) | 10 (3) | — | 12 (3.7) | 9 (2.7) | 10 (3) | 12 (3.7) | 19 (5.8) | 21 (6.4) |
| Válvula de compuerta | — | — | — | — | — | 1 (0.3) | 1 (0.3) | 1 (0.3) | 1 (0.3) | 2 (0.6) | 2 (0.6) | 3 (0.9) | 4 (1.2) | 5 (1.5) | 6 (1.8) |
| Interruptor de flujo de tipo paleta | — | — | 6 (1.8) | 9 (2.7) | 10 (3) | 14 (4.3) | 17 (5.2) | 22 (6.7) | — | 30 (9.1) | — | 16 (4.9) | 22 (6.7) | 29 (8.8) | 36 (11) |
| Válvula de retención a clapeta* | — | — | 5 (1.5) | 7 (2.1) | 9 (2.7) | 11 (3.3) | 14 (4.3) | 16 (4.9) | 19 (5.8) | 22 (6.7) | 27 (8.2) | 32 (10) | 45 (14) | 55 (17) | 65 (20) |

la tabla 27.2.3.1.1, (NFPA13, 2019).

Figura 26. Fricción en accesorios y válvulas. Fuente: NFPA 13, 2019.

11.2.10 Características de instalación

Para la orientación del deflector, según el inciso 10.2.6.2.3, se permite considerar la instalación de los deflectores en dirección horizontal para los casos en que la inclinación de los techos oscile entre 2 y 12 por ciento.

11.2.11 Ruta crítica.

Al determinar la ruta crítica, se selecciona el rociador más lejano, el cual será el que presente mayor cantidad de pérdidas; este responde al S10 en ambos niveles, sin embargo, el rociador más crítico será el de la segunda planta.

11.2.12 Representación de los cálculos.

Se debe presentar el desglose del trayecto que recoja el agua para abastecer el área, así como el rociador más demandante para determinar el flujo adecuado.

En cálculos previos se determinó que el área de cobertura por rociador es aproximadamente 12m^2 ; el largo de diseño para el rectángulo del área remota es de 11.35m y el área remota calculada es de 89.6m^2 ; entonces, al seleccionarse dicha área, se tiene una cobertura de los 8 rociadores que se requieren abrir como mínimo en caso de incendio, lo cual funcionará de manera óptima.

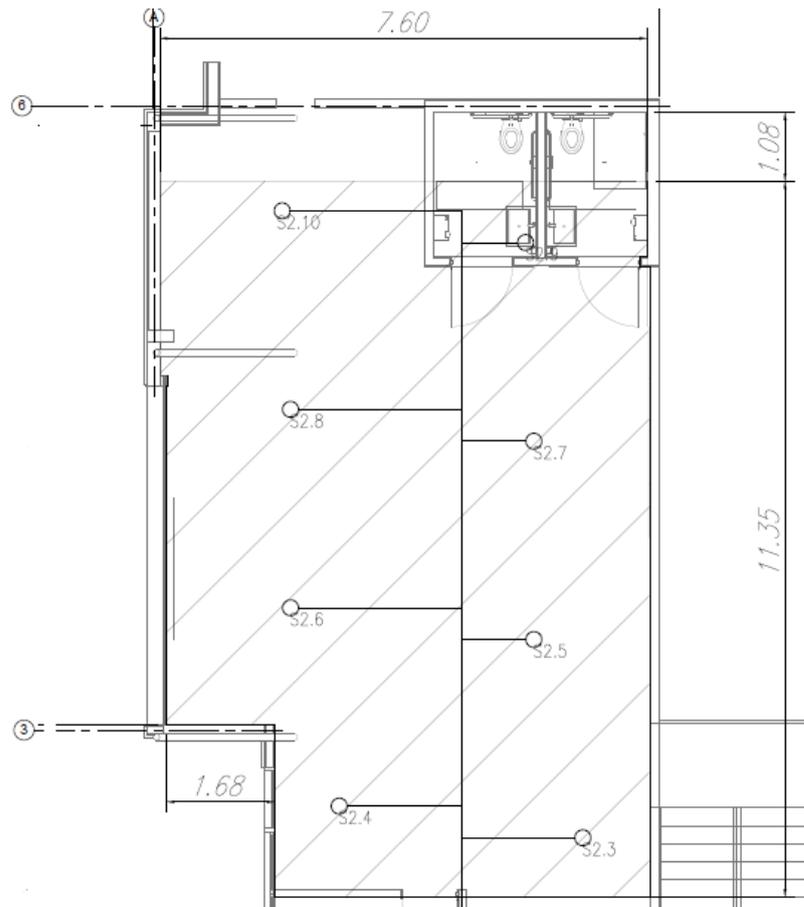


Figura 27. Representación del Área remota. Fuente: Elaboración propia.

A pesar de haberse realizado una reducción del área remota, se concluye que, al aplicar el área reducida al recinto en estudio, esta cubre el número mínimo necesario de rociadores que deben abrirse.

Para completar las hojas de cálculo hidráulico, a continuación, se describe una serie de pasos necesarios:

- Seleccionar un factor K según las condiciones del diseño y riesgo asociado.
- Determinación del diámetro interno de tubería adecuado, según el flujo requerido.
- Para dar inicio con los cálculos hidráulicos, se trabaja con la presión mínima que estipula el inciso 27.4.4.10.1 que es de 48.26kPa (7 psi) para descargas de rociadores.
- Se determina el flujo con la formula $Q = K \cdot \sqrt{P}$, para trabajar con valores teóricos.
- Determinación de la pérdida por fricción que presenta el sistema por su longitud, accesorios y válvulas.
- Ubicar el rociador más lejano, el cual será el primero en ser calculado y, seguidamente, se procederá a calcular cada nodo, los cuales se van sumando presiones y caudales, según se avance con el cálculo, hasta el nodo con la alimentación.
- Finalmente, se suma el total de presión y caudal en la columna ascendente.

A continuación, se presentan las hojas de cálculo referentes a cada uno de los caminos secundarios.

Tabla 5. Camino secundario S2.1-a-N1

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|---------------------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.1 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | Pf=T*Pf por metro |
| a | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| a | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,88 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N1 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,38 | | Pf | 0,83 | |
| N1 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,39 | Keq=Q/v _P ^{-5,45} |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Camino secundario S2.2-b-N2

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|---------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.2 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | Pe=1,42(Altura en metros) |
| b | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| b | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,92 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N2 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N2 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,40 | Keq=Q/√P=5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Camino secundario S2.3-c-N3

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|---------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.3 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| c | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| c | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,88 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N3 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,38 | | Pf | 0,83 | |
| N3 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,39 | Keq=Q/√P=5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Camino Secundario S2.4-d-N4

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|---------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.4 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| d | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| d | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,92 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N4 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N4 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,40 | Keq=Q/√P=5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Camino Secundario S2.5-e-N5

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.5 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| e | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| e | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N5 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N5 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/v _P =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Camino Secundario S2.6-f-N6

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|--------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.6 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| f | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| f | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 3,8 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N6 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 5,3 | | Pf | 1,30 | |
| N6 | | 5,29 | | | | L | | | Pt | 7,86 | Keq=Q/v _P =5,29 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Camino Secundario S2.7-g-N7

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.7 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| g | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| g | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N7 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N7 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/v _P =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Camino Secundario S2.8-h-N8

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios- Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|-----------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.8 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| h | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| h | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 3,8 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N8 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 5,3 | | Pf | 1,30 | |
| N8 | | 5,29 | | | | L | | | Pt | 7,86 | Keq=Q/v _p =5,29 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Camino Secundario S2.9-i-N9

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios- Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|-----------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.9 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| i | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| i | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N9 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N9 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/v _p =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para el cálculo del camino principal del área crítica, se inicia a partir del rociador más lejano y se prosigue añadiendo cada uno de los nodos que se involucran en dicha área.

Tabla 14. Camino principal, sector de oficinas.

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.l nominal (Pulg) | Accesorios- Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|-----------------------|----|-----------|----------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.l real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.10 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| j | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| j | 7,5 | | 0,00 | 1" | | L | 2,82 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N10 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N10 | 7,5 | 5,45 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7,40 | q= K* √p=14,82 |
| N9 | 7,5 | | 29,64 | 1,049 | | F | 0 | 0,8840 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,44 | |
| N9 | 7,5 | 5,54 | 15,51 | 1" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 7,84 | q= K* √p=15,75 |
| N8 | 7,5 | NA | 45,15 | 1,049 | | F | 0 | 1,9259 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 6,01 | |
| N8 | 7,5 | 5,29 | 19,69 | 1^1/2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 13,85 | q= K* √p=19,90 |
| N7 | 7,5 | NA | 64,84 | 1,61 | | F | 0 | 0,4670 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,23 | |
| N7 | 7,5 | 5,57 | 20,90 | 1^1/2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 14,08 | q= K* √p=21,13 |
| N6 | 7,5 | NA | 85,74 | 1,61 | | F | 0 | 0,7831 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 2,44 | |
| N6 | 7,5 | 5,29 | 21,51 | 1^1/2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 16,53 | q= K* √p=21,72 |
| N5 | 7,5 | NA | 107,25 | 1,61 | | F | 0 | 1,1847 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,59 | |
| N5 | 7,5 | 5,54 | 22,92 | 2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 17,12 | q= K* √p=23,15 |
| N4 | 7,5 | NA | 130,17 | 2,067 | | F | 0 | 0,5021 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 1,57 | |
| N4 | 7,5 | 5,45 | 23,56 | 2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 18,68 | q= K* √p=23,79 |
| N3 | 7,5 | NA | 153,73 | 2,067 | | F | 0 | 0,6830 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,34 | |
| N3 | 7,5 | 5,45 | 23,77 | 2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 19,03 | q= K* √p=24,01 |
| Rs | 7,5 | NA | 177,50 | 2,067 | | F | 0 | 0,8912 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 2,78 | |
| Rs | 7,5 | | 0,00 | 6" | | L | 7 | 120 | Pt | 21,81 | Pe=1,42x(altura en metros) |
| Rt | | NA | 177,50 | 6,065 | 1GV+1CK | F | 10,9 | 0,0047 | Pe | 9,94 | |
| | | | | | | T | 17,9 | | Pf | 0,08 | |
| Rt | | | | | | L | | | Pt | 31,83 | 177,5 gpm@ 31,83 psi |
| | | | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Para el sector de oficinas, se presentan los resultados del sistema en la tabla anterior, sin tomar en cuenta el caudal requerido de manguera que establece la norma.

11.2.13 Requisitos de demanda de agua

Es importante establecer que el suministro de agua mínimo debe estar especificado en la tabla 19.3.3.1.2, que se muestra a continuación, según el riesgo correspondiente.

| Ocupación | Manguera interior | | Manguera interior y exterior total combinada | | Duración (minutos) |
|------------------|-------------------|---------------|--|-------|--------------------|
| | gpm | L/min | gpm | L/min | |
| Riesgo leve | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 100 | 380 | 30 |
| Riesgo ordinario | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 250 | 950 | 60-90 |
| Riesgo extra | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 500 | 1900 | 90-120 |

Figura 28. Requisitos de demanda. Fuente: (NFPA,2019)

Finalmente, se añaden 100gpm de mangueras necesarias que estipula la norma y se muestra un flujo total de 277.5 gpm para el sector de oficinas.

Tabla 15. Demanda final para las oficinas.

| | Presión(psi) | Flujo(gpm) |
|------------|--------------|------------|
| Rociadores | 31,83 | 177,5 |
| Mangueras | NA | 100 |
| Total | 31,83 | 277,5 |

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se realizará el cálculo hidráulico para el sector de almacenamiento, con el objetivo de determinar cuál ruta crítica presenta los mayores requerimientos de presión y caudal, para proceder con la selección de equipo a partir de la condición de riesgo que demande.

11.3 DISEÑO DEL SECTOR DE ALMACENAMIENTO.

11.3.1 Características de almacenamiento.

- Se almacenará en estañones.
- Contenedores metálicos y no metálicos (según sea el más crítico).
- Almacenamiento en estantería obstruida.
- Se utilizarán únicamente rociadores de techo.

11.3.2 Sustancias almacenadas.

En la bodega de almacenamiento químico, se tendrán las siguientes sustancias: Tolueno, Acetona y Gas Cloro.

Al tratarse de líquidos inflamables, se procede al empleo Código de líquidos inflamables y combustible (NFPA 30), sin embargo, primeramente, se debe caracterizar las propiedades de cada sustancia y así lograr adentrarse en el tipo de protección adecuada para el líquido que represente el caso crítico.

11.3.3 Categorización de las sustancias.

Primeramente, se debe dar inicio con la debida clasificación de las sustancias, según sea líquido inflamable o combustible, adentrándose en la norma NFPA 30 Código de líquidos inflamables, capítulo 4, Definición y Clasificación de Líquidos.

Por ende, a partir del inciso 4.3.1 y 4.3.2, de Líquidos inflamables y Líquidos combustibles respectivamente, se tiene que la clasificación de las sustancias se da de acuerdo con el punto de inflamación y el punto de ebullición.

Tabla 16. Clasificación de las sustancias.

| Clasificación | | Sustancia | | |
|---------------|---|--|---|--|
| | | Tolueno | Acetona | Gas Cloro |
| | | Punto de Inflamación: 4°C Punto de ebullición: 111 °C | Punto de Inflamación: -18°C Punto de ebullición: 56.5 °C | Punto de Inflamación: No aplica Punto de ebullición: -34.5 °C |
| IA | Punto de inflamación: Menor de 22.8 °C Punto de ebullición: Menor de 37.8 °C | | | NA |
| IB | Punto de inflamación: Menor de 22.8 °C Punto de ebullición: Menor de 37.8 °C o mayor | X | X | NA |
| IC | Cualquier líquido con un punto de inflamación de 22,8°C pero menor de 37,8°C | | | NA |
| II | Punto de inflamación: Igual o superior a 37,8 °C e inferior a 60°C | | | NA |
| III | Cualquier líquido con un punto de inflamación: Igual o superior a 60°C | | | NA |
| IIIA | Cualquier líquido con un punto de inflamación: Igual o superior a 60°C pero menor a 93°C. | | | NA |
| IIIB | Cualquier líquido con un punto de inflamación: Igual o superior a 93°C. | | | NA |

Fuente: Elaboración propia.

Las sustancias críticas se clasifican IB según sus características; seguidamente, se procede a buscar la manera de proteger las instalaciones de almacenamiento de dichos químicos.

11.3.4 Protección para áreas de almacenamiento de líquidos.

El Capítulo 16 de la NFPA 30,2015 nos presentan la protección automática contra incendios para áreas interiores; entonces, después de la categorización de las sustancias

en la tabla 16, se procede a la implementación de los árboles para la toma de decisiones, para proceder al método correcto de protección.

Para proceder a la utilización de los árboles de verdad, presentes en los incisos 16.4.1 (a), 16.4.1 (b) y 16.4.1 (c), se debe definir el tipo de contenedores en que será almacenada las sustancias, sea metálico o no metálico. (NFPA30, 2015).

11.3.5 Almacenamiento de Líquidos en contenedores-Requerimientos generales.

El capítulo 9 de Almacenamiento de Líquidos en contenedores-Requerimientos generales presenta una tabla con respecto al tamaño máximo permisible, según el contenedor y el tipo de sustancia. (NFPA13, 2019)

A partir de la misma, se concluye que el almacenamiento de sustancias IB en contenedores plásticos no es permitido.

Tabla 9.4.3 Tamaño máximo permisible – contenedores, contenedores al granel intermedios (IBCs) y tanques portátiles

| Tipo | Líquidos inflamables | | | Líquidos combustibles | |
|---|----------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | Clase IA | Clase IB | Clase IC | Clase II | Clase III |
| Vidrio | 0.5 L (1 pt) | 1 L (1 qt) | 5L (1.3 gal) | 5L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Metal | 5 L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Excepto tambores o plástico aprobado | | | | | |
| Tambores de seguridad | 10 L (2.6 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Tambor de metal (cj: UN 1A1 o 1A2) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |
| Metal Aprobado | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) |
| Tanques Portátiles e IBCs | | | | | |
| Plástico rígido IBCs (UN31H1 o 31H2) y compuesto IBCs con receptáculo interior rígido (UN31HZ1) | NP | NP | NP | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) |
| Compuesto IBCs con receptáculo interior flexible (UN31HZ2) e IBCs flexible (UN13H, UN13L y UN13M) | NP | NP | NP | NP | NP |
| Bolsa en caja no al granel | NP | NP | NP | NP | NP |
| Polietileno UN 1H1 o como autorice DOT | 5 L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |
| Tambor de fibra NMFC o UFC Tipo 2 A; Tipos 3 A, 3B-H o 3B-L; o Tipo 4 A | NP | NP | NP | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |

NP: No permitido para categorías de contenedores así clasificados a menos que se provea un sistema de protección contra incendios desarrollado de acuerdo con 16.3.6 y aprobado para el recipiente específico y protección contra electricidad estática.

Figura 29. tamaño máximo permisible según el contenedor y el tipo de sustancia Fuente: (NFPA13,2019)

En seguida, como se procede al descarte de implementar contenedores no metálicos, se descartan los árboles de verdad que implementan este tipo de contenedores, los cuales serían 16.4.1 (b) y 16.4.1 (c), presentes en el código de líquidos inflamables y combustibles, 2015.

Por ende, para la solución de este caso, se dará a partir del árbol 16.4.1(a) que cumple con la característica general de ser para contenedores metálicos.

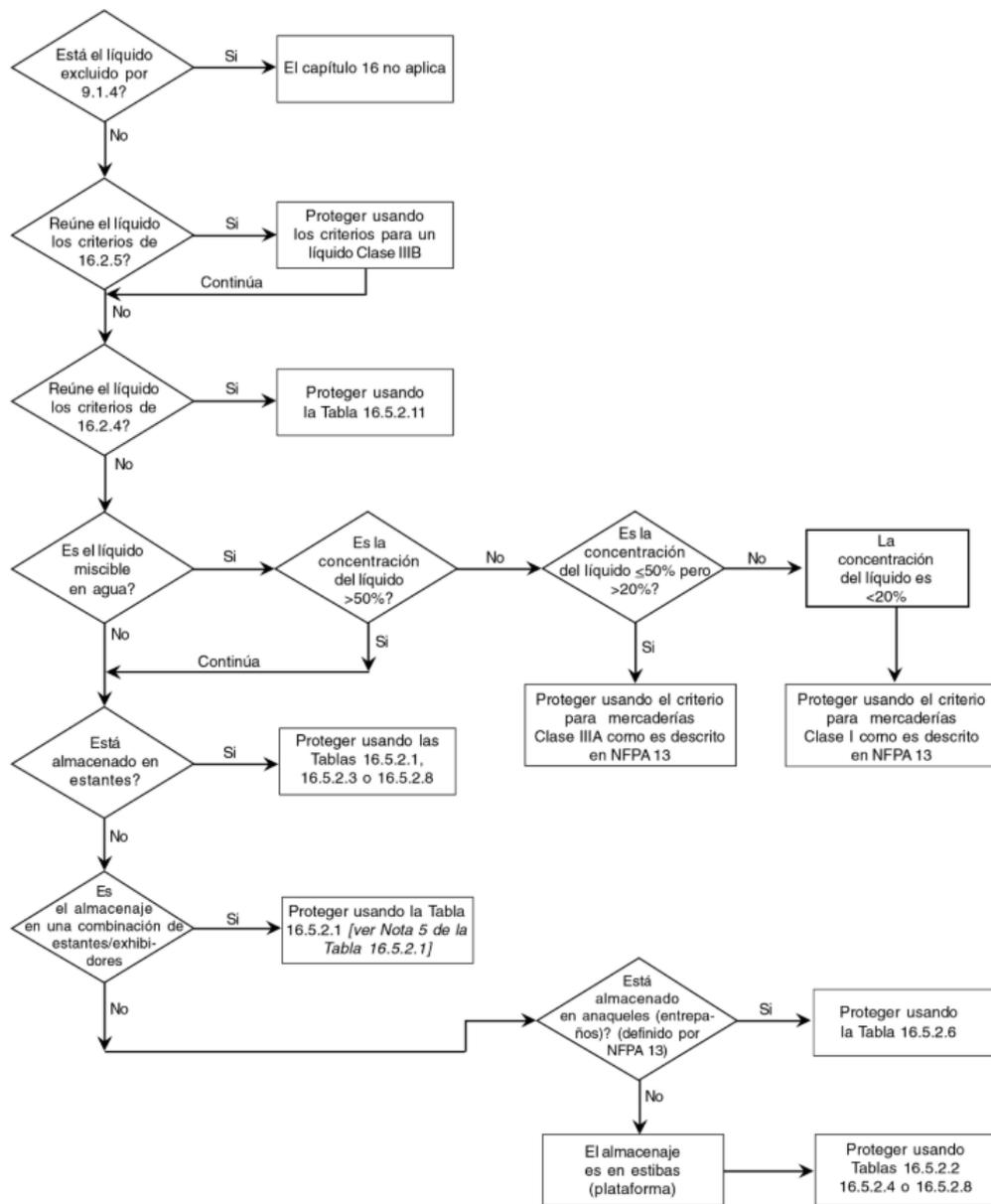


Figura 30.Árbol de decisión de criterio de protección. Fuente: (NFPA30,2015)

11.3.6 Solución del árbol de criterio de protección contra incendios para líquidos inflamables y combustibles miscibles y no miscibles en contenedores metálicos.

Para la resolución del árbol, se utilizan las sustancias que podrían ser críticas; se procede a avanzar por cada una de las condiciones para establecer el método apropiado de protección; a continuación, se presenta una breve explicación de los incisos del código NFPA 30, que se deben cumplir.

- 9.1.4 nos presenta numerosos casos en los que el capítulo 9 de Almacenamiento de Líquidos en contenedores, no podría ser aplicado y es importante descartar que las sustancias en estudio no se encuentren dentro de esos casos, pues, de lo contrario, no se puede utilizar el capítulo 16 de Protección automática contra Incendios para Áreas interiores de Almacenamiento de líquidos.
- 16.2.5 responde a características de líquidos viscosos, en la que, para avanzar en el árbol, se debe corroborar que las sustancias en estudio no estén presentes dentro del área sombreada; para la acetona, se tiene una viscosidad de 0.0032cp; para el tolueno 0.59cp, por ende, no entran dentro del área de la siguiente imagen.

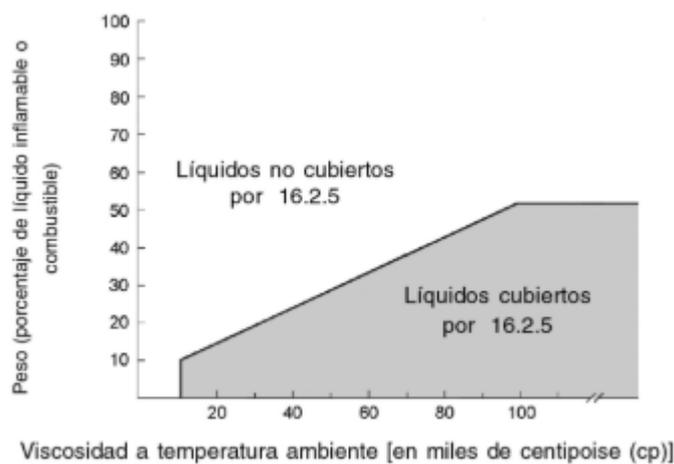


Figura 31. Viscosidad en líquidos. Fuente: (NFPA13,2019)

- 16.2.4 es para caracterizar sustancias que son resina poliéster no saturada, condición que no se atribuye a las sustancias en estudio.

Tabla 17. Toma de decisión del árbol de diseño.

| Desarrollo del arbol | Sustancias | |
|--|---|-----------------------------------|
| | Tolueno | Acetona |
| Está el líquido excluido por 9.1.4 | NO | NO |
| Reune el líquido los criterios de 16.2.5 | NO | NO |
| Reune el líquido los criterios de 16.2.4 | NO | NO |
| El líquido es miscible en agua? | NO | SI, Concentración superior al 50% |
| Está almacenado en estante? | SI | SI |
| Conclusión | Proteger usando las tablas 16.5.2.1, 16.5.2.3 y 16.5.2.8. | |

Fuente: Elaboración propia.

11.3.7 Elección de la tabla adecuada.

Parte de las consideraciones principales, es que se va a realizar un diseño a partir de rociadores (no espuma), sin alivio; por otra parte, se almacenarán las sustancias en estanterías, por lo que permite un descarte, dejando como resultado la utilización de la tabla 16.5.2.1, la cual debe de aplicarse a:

- Protección con rociadores automáticos.
- Almacenamiento en estanterías de fila sencilla o doble.
- Líquidos no miscibles y miscibles con concentración de componentes inflamables o combustibles mayores de 50 por ciento en volumen.
- Contenedores metálicos, tanques portátiles metálicos y contenedores intermedios a granel metálicos.

- Contenedores con relevo o sin relevo.

Tabla 16.5.2.1 Criterios de diseño para protección con rociadores en almacenamientos de líquidos en contenedores de metal, tanques portátiles e IBC's en estanterías de una fila o doble fila

| Contenedor estilo y capaci- dad (gal) | Alt. Máx. almace- namiento (pies) | Altura máxima techo (pie) | Protección de rociadores del techo | | | | Protección de rociadores en estantería | | | | Notas espe- ciales | Prueba incendios Ref. [[Ver Tabla D.2(a)]] |
|---|--|------------------------------------|------------------------------------|-----------------|---|-----------------------------|--|-----------------|-------------------|-------|--------------------------|--|
| | | | Rociador | | Diseño | | Rociador | | Descarga (gpm) | Techo | | |
| | | | Tipo | Respuesta | Densidad (gpm/ pie ²) | Area (pie ²) | Tipo | Respuesta | | | | |
| CONTENEDOR ESTILO SIN ALIVIO - LÍQUIDOS CLASE IB, IC, II, IIIA | | | | | | | | | | | | |
| ≤1 | 16 | 30 | R≥11.2 | QR(HT) | 0.60 | 2000 | K=5.6 o 8.0 | QR(OT) | 30 | A | 1,2 | 1 |
| | 20 | 30 | K≥11.2 | SR o QR (HT) | 0.60 | 2000 | K=5.6 o 8.0 | QR(OT) | 30 | B | 1,2 | 2 |
| ≤5 | 25 | 30 | K≥8.0 | SR o QR (HT) | 0.30 | 3000 | K=5.6 o 8.0 | QR(OT) | 30 | C | 1 | 3 |
| >5 y ≤60 | 25 | 30 | K≥11.2 | SR (HT) | 0.40 | 3000 | K=5.6 o 8.0 | QR o SR (OT) | 30 | E | 1 | 5 |

Figura 32. Criterios de diseño. Fuente (NFPA30,2015)

Entonces, con las características descritas se procede al diseño.

11.3.8 Instalación de sistemas rociadores.

Para el diseño y distribución de sistemas rociadores, se trabaja al igual que el sector de oficinas con la norma NFPA 13 (Norma para la Instalación de Sistemas Rociadores), debido a que serán rociadores de techo colgantes y expuestos.

11.3.9 Requisitos de instalación para rociadores con modo de control para aplicaciones específicas.

Según el capítulo 13, se localiza el área de protección y el espaciamiento para los rociadores de acuerdo con la ocupación.

| Tipo de construcción | Área de protección | | Espaciamiento máximo | |
|---|--------------------|----------------|----------------------|-----|
| | pie ² | m ² | pie | m |
| No combustible no obstruida | 130 | 12 | 12 | 3.7 |
| No combustible obstruida | 130 | 12 | 12 | 3.7 |
| Combustible no obstruida | 130 | 12 | 12 | 3.7 |
| Combustible obstruida | 100 | 9 | 10 | 3.0 |
| Almacenamiento en estanterías, combustible obstruida | 100 | 9 | 10 | 3.0 |
| Almacenamiento en estanterías no obstruida y no combustible obstruida | 100 | 9 | 12 | 3.7 |

Figura 33. Áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores para aplicaciones específicas. Fuente: (NFPA 13, 2019).

A partir del tipo constructivo del almacenamiento, se tiene un área de protección de 9m², con un espaciamiento máximo de 3m entre ellos.

11.3.10 Distancia máxima entre muros.

Según NFPA 13, la distancia de los rociadores respecto al muro no debe exceder la mitad de la distancia permitida entre rociadores (Ver figura anterior), es decir, no debe de superar 1.5m.

11.3.11 Distancia mínima desde muros.

Según NFPA 13, los rociadores deben estar ubicados a una distancia superior o igual a la distancia mínima permisible(100mm) respecto a los muros; a partir del diseño propuesto, se ubicarán a una distancia aproximadamente entre 1.2m a 1.45m.

11.3.12 Distancia mínima entre rociadores.

Según NFPA 13, los rociadores deben estar espaciados a una distancia mínima de 2.4m entre centros; en la configuración propuesta, se cumplen las distancias; se presentan casos con una distancia de 2.9m, casos con 2.6m y otros con una distancia de 2.43m.

11.3.13 Características de ubicación del deflector de rociadores en construcción obstruida.

Según 13.2.7.12 los requisitos de instalación de rociadores de ocupaciones especiales, se debe instalar con los deflectores dentro de los planos horizontales de (25mm a 150mm), debajo de una construcción de viguetas, hasta una distancia máxima de 550mm debajo del cielorraso, con una presión operativa mínima de 344.738kPa (50psi) para rociadores K-11.2. (NFPA13, 2019)

A partir de las condiciones constructivas, se presenta una distancia mínima en la bodega, por lo que se trabaja con rociadores colgantes, respuesta estandar, con un factor de descarga K-11.2 y una temperatura de techo de 38°C.

11.3.14 Trazado de tuberías del sistema.

Se presentan los pasos posteriores a la distribución adecuada de los rociadores en cada uno de los recintos.

A partir de estipulaciones de NFPA13,2019, se procederá a trazar un sistema con una distribución de rociadores en malla o grilla para el sector de almacenamiento.

Para continuar con el desarrollo del proyecto, se retoman algunos conceptos básicos referentes a los cálculos hidráulicos, los cuales son necesarios para el cálculo de presión y caudal para el sector de almacenamiento.

Entre ellos tenemos:

- Pérdida de presión por fricción, con la fórmula de Hazen-Williams.

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

- Valor C de Hazen-Williams se hace con la tabla 27.2.3.8.1 de la NFPA 13, 2019.
Se selecciona una tubería de acero negro, la cual se recomienda para sistemas húmedos y, respectivamente, posee un valor de C igual a 120,
- El valor d referido al diámetro de tubería en estudio.
- Pérdida de presión por elevación

$$P_e = 1.42 \text{ psi/m}$$

$$P_e = 1.42(\text{ altura en metros})$$

- Factor de descarga, K

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

Donde:

K = responde al equivalente de presión en un orificio

Q = flujo en el nodo

P = presión en el nodo

11.3.15 Evidencia de cálculos hidráulicos (almacenamiento).

El inciso 27.2.1.6 estipula que los cálculos hidráulicos se deben extender hasta el punto efectivo del suministro de agua y. según el inciso 27.2.4.7.5, se estipula que los cálculos se deben iniciar con el rociador más remoto hidráulicamente.

Por otra parte, al igual que se mencionó en el apartado del cálculo hidráulico para el sistema en el sector de oficinas, se debe contemplar el inciso 19.2.6.4, en relación con agregar a la demanda de las tuberías de las conexiones de manguera de bomberos. (NFPA13, 2019).

11.3.16 Sistema en mallas.

Primeramente, se procede a realizar el estudio para corroborar el área total de operación por proteger, la cual consta de 1070m^2 .

El inciso 19.3.3.2.1.1 nos menciona que, para el cálculo de los requisitos de suministro de agua, se debe realizar el cálculo con las curvas de densidad/agua o con el capítulo 26. (NFPA13, 2019)

Debido al tipo de almacenamiento, se debe utilizar el capítulo 26 de Requisitos para ocupaciones especiales, apartado 26.2, referente a líquidos inflamables y combustibles.

Según el inciso 26.2.1, los criterios de descarga de los sistemas de rociadores para la protección de líquidos inflamables y combustibles deben cumplir con la norma NFPA 30. (NFPA13, 2019)

A partir de las curvas de densidad/área no es posible realizar el cálculo de la densidad, por lo tanto, se debe trabajar con el capítulo 16 de Protección Automática contra Incendios para Áreas Interiores de Almacenamiento de Líquidos de la NFPA 30, con las condiciones que se presentan en la tabla 16.5.2.1, en la cual se toma la última fila como referencia, debido a la capacidad de los contenedores presentes. Y se presentan las siguientes características:

- Densidad $0.40\text{gpm}/\text{pie}^2$ al realizar la conversión a metros se tiene una densidad de $4.30\text{gpm}/\text{m}^2$.
- Área de protección máxima de 279m^2 .

11.3.17 Determinación del área de protección por rociador.

En las características del diseño se estipuló que únicamente se trabajará con rociadores de techo, por lo que no se implementará protección por racks; se debe realizar la instalación de rociadores según la norma 13, como lo indica el inciso 16.5.1.4. (NFPA30, 2015)

El inciso 9.5.2 de la NFPA13,2019 se procede al cálculo del área de protección de cada rociador.

$$A_s = S \times L$$

$$A_s = (2.9)(2.9)$$

$$A_s = 8.41\text{m}^2$$

$$A_s = 90.41\text{pies}^2$$

El valor obtenido satisface las características presentes de espaciamiento y área máximos de protección, presentes en la tabla 13.2.5.2.1 de la NFPA13,2019. (figura 33).

11.3.18 Caudal mínimo de agua por rociador

La cantidad de agua mínima, en un rociador, se obtiene al multiplicar el área de protección por la densidad de flujo, y esta cantidad debe satisfacer al rociador más alejado.

$$Q = A_s \cdot D$$

$$Q = 90.41\text{ft}^2 \cdot 0.40 \text{ gpm/ft}^2$$

$$Q = 36.16\text{gpm}$$

$$Q = 0.0027398 \text{ m}^3/\text{s}$$

11.3.19 Área de demanda

Cuando se realiza un cálculo para sistema en malla, el inciso 27.2.4.5.2 nos establece que se debe presentar un mínimo de dos sets adicionales de cálculos para demostrar el máximo de la pérdida por fricción en el área demandante. (NFPA13, 2019)

11.3.20 Largo del área.

Según dicta la norma, se debe realizar el cálculo referente al largo del área crítica de la siguiente manera:

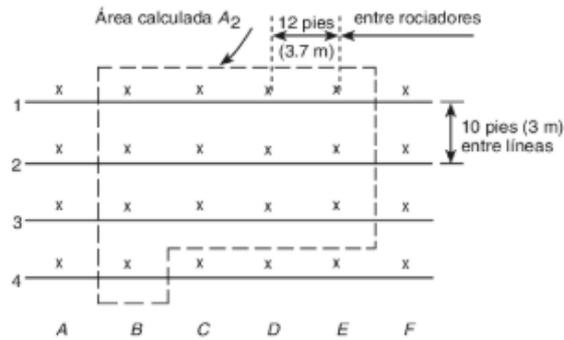
$$L_{\text{diseño}} = 1.2 \cdot \sqrt{A}$$

$$L_{\text{diseño}} = 1.2 \cdot \sqrt{279\text{m}^2}$$

$$L_{\text{diseño}} = 20\text{m}$$

11.3.21 Número de rociadores

Para el cálculo del número mínimo de rociadores, dirigidos a realizar cálculos hidráulicos con los que se obtendrán los requerimientos del sistema, se presenta la imagen A.27.2.4, en la que se tiene la fórmula correspondiente al cálculo del número de rociadores, en la cual se toma en cuenta el área de diseño y el área de cobertura por rociador. (NFPA13, 2019)



Notas:

1. Para sistemas en malla, el rociador (o los rociadores) extra en la línea ramal 4 puede ser colocado en cualquier ubicación adyacente desde B hasta E, según la opción del diseñador.
2. Para sistemas en árbol o en bucle, el rociador extra en la línea 4 debería ser el que esté colocado más cerca de la tubería principal transversal

Figura 34. Área calculada. Fuente: NFPA, 2019

$$\text{Total de rociadores} = \frac{\text{Área de diseño}}{\text{Área por rociador}}$$

$$\text{Total de rociadores} = \frac{279\text{m}^2}{8.41\text{m}^2}$$

$$\text{Total de rociadores} = 33$$

Se estipula que se debe trabajar con un mínimo de 33 rociadores en caso de propagarse un incendio.

El número de rociadores en operación y su tiempo de operación puede usarse como estimación de la efectividad global del sistema de extinción; sin embargo, para el caso de líquidos y combustibles se enfoca a la rápida actuación y enfriamiento, a partir de la implementación de rociadores. (NFPA13, 2019)

También es posible realizar el cálculo mínimo de rociadores por línea ramal a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Cantidad de rociadores} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

A: Área de diseño.

S: Distancia entre rociadores en línea ramal.

Entonces, al realizar el cálculo se obtiene:

$$\text{Cantidad de rociadores} = \frac{1.2\sqrt{279}}{2.9}$$

$$\text{Cantidad de rociadores} = 6$$

Se toma la decisión de realizar un único cálculo para el área demandante debido a que se estipula trabajar con un mínimo de 6 rociadores por línea ramal, esto a la hora de conformar el área; sin embargo, al cumplir con el largo de diseño, se abarcó la totalidad de rociadores por línea ramal hasta alcanzar la totalidad, que se debe activar en caso de una emergencia.

11.3.22 Tuberías para sector de Almacenamiento.

A partir del capítulo 27, Planos y Cálculos, se realiza la selección de tubería según el riesgo asociado. (NFPA13, 2019)

La selección de la tubería se da a partir del riesgo asociado al recinto y de la cantidad de rociadores. Para este sector, se divide en dos mallas, la primera consta de 63 rociadores con un área aproximadamente de $480m^2$ y la segunda malla consta de 75 rociadores con un área aproximadamente de $590m^2$.

Para ambas mallas, se selecciona tubería de 150mm (6pulg); se cuenta con tubería en cobre con capacidad de 170 rociadores y tubería en acero con capacidad de 150 rociadores, como se observa en la tabla A.27.5.4.

Para la tubería que baja hasta cada uno de los rociadores, se implementa de 25mm (1pulg); para cada una de las líneas ramales, tubería de 40mm (1 1/2 pulg).

Tabla A.27.5.4 Cédula de tubería para riesgo extra

| Acero | | Cobre | |
|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Tamaño [pulg. (mm)] | Cantidad de rociadores | Tamaño [pulg. (mm)] | Cantidad de rociadores |
| 1 (25) | 1 | 1 (25) | 1 |
| 1¼ (32) | 2 | 1¼ (32) | 2 |
| 1½ (40) | 5 | 1½ (40) | 5 |
| 2 (50) | 8 | 2 (50) | 8 |
| 2½ (65) | 15 | 2½ (65) | 20 |
| 3 (80) | 27 | 3 (80) | 30 |
| 3½ (90) | 40 | 3½ (90) | 45 |
| 4 (100) | 55 | 4 (100) | 65 |
| 5 (125) | 90 | 5 (125) | 100 |
| 6 (150) | 150 | 6 (150) | 170 |

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

Figura 35..Tuberías riesgo extra. Fuente (NFPA13,2019)

11.3.23 Tuberías, válvula y accesorios para el sector de oficinas.

Se selecciona una tubería de acero negro cedula 40, el cual cumple con las normas ASTM A53, ASTM A795 y, además, es un material que se encuentra en el mercado ferretero de Costa Rica.

La manera de conectar las tuberías será a partir de juntas mecánicas (grooved) o roscadas. El cálculo de accesorios y válvulas se realiza a partir de la tabla 27.2.3.1.1, (NFPA13, 2019) (Ver tablas de cálculo en anexos).

11.3.24 Características de instalación

Del inciso 10.2.6.2.3, se permite considerar la instalación de los deflectores en dirección horizontal para los casos en que la inclinación de los techos oscile entre 2 y 12 por ciento.

11.3.25 Ruta crítica propuesta.

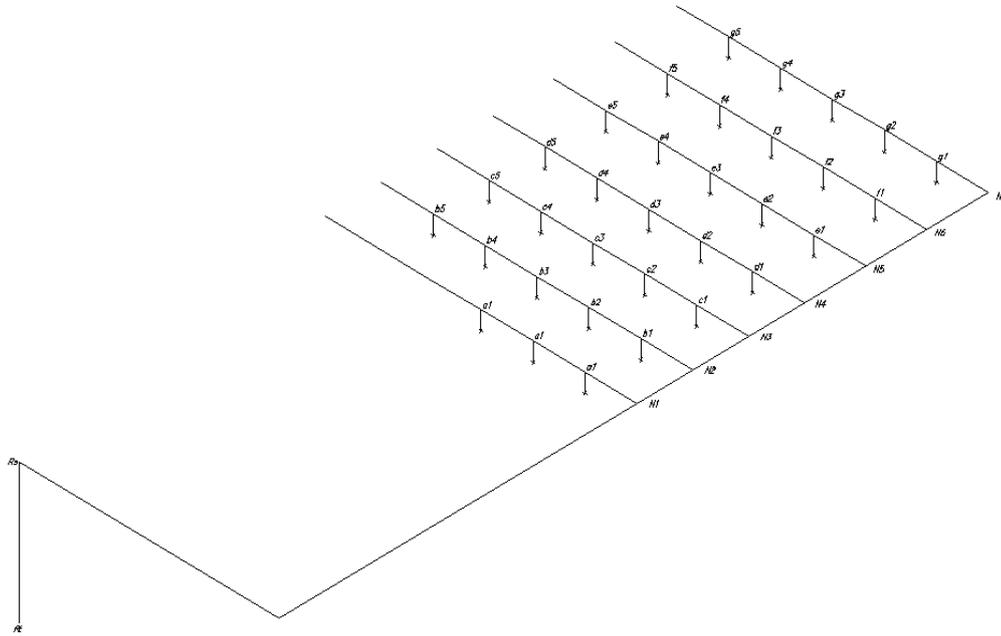


Figura 36. Ruta crítica. Fuente: Elaboración propia.

11.3.26 Representación de los cálculos.

En cálculos previos se determinó que el área de cobertura por rociador es aproximadamente 8.41m^2 , el largo de diseño para el rectángulo del área remota es de 20m, y el área remota calculada es de 279m^2 .

Es necesario presentar el desglose del trayecto que debe recorrer el agua para abastecer el área y el rociador más demandante para determinar el flujo adecuado.

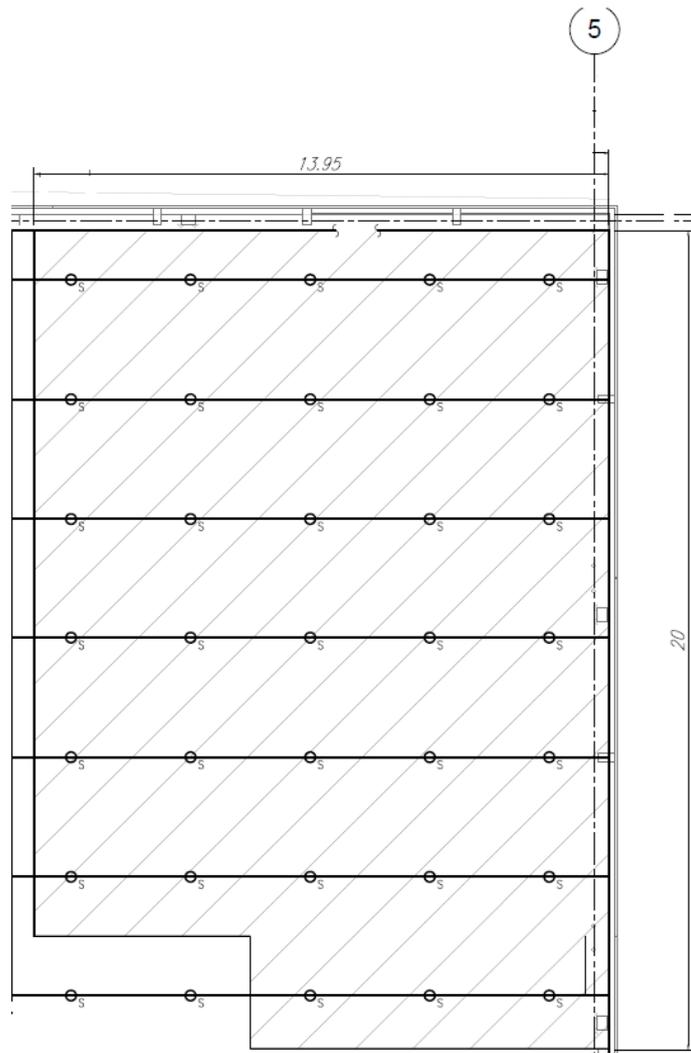


Figura 37. Representación del Área remota. Fuente: Elaboración propia.

Se seguirá una secuencia de pasos igual a los del apartado 11.2.12 (de este escrito), para realizar el cálculo hidráulico y, a su vez, completar las hojas de cálculo como dicta la norma.

Para el caso del cálculo del sector de almacenamiento, se siguen las estipulaciones referentes a un sistema en mallas, sin embargo, el inciso 27.2.4.5.3 dice que los programas de computación muestran el máximo de la pérdida por fricción del área demandante.

Primeramente, se procede por el cálculo de cada uno de los rociadores y su respectiva columna de agua, hasta llegar a las tuberías ramales; en los cálculos se evidencia una tabla

en la que para todos se realiza de la misma forma. Se decidió separar en filas, a,b,c,d,e,f y g, cada uno con su respectivo número, para poderse ubicar en las imágenes presentadas.

Tabla 18. Calculo para rociadores del camino secundario a.

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|---------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----------|-----------|---|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | T | m | | Pf | Fricción | | |
| Ra# | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | $Q=As * D$ $Q=90.4ft^2 * 0.40 gpm/ft^2$ $P=(Q/K)^2$ |
| a# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| a# | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | $Keq=Q/VP =11,03$ |
| (1,2,3) | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

Independientemente del número y la fila del rociador con que se trabaje, se realizará el cálculo de cada rociador hasta incluir toda la línea ramal, como se evidenció en la tabla 18; los otros cálculos se adjuntarán a los anexos.

A continuación, a criterio del diseñador, se decide abrir la malla y seleccionar nodos principales en cada uno de los ramales del área crítica.

[Tabla 19. Cálculo del nodo 1.

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|---|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Ra3 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | $Q=As \cdot D$ $Q=90.4ft^2 \cdot 0.40 \text{ gpm}/ft^2$ $P=(Q/K)^2$ |
| a3 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| a3 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| a2 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 1,66 | |
| a2 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| a1 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,65 | |
| a1 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| N1 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 6,69 | |
| N1 | | 30,5 | | | | L | | | Pt | 25,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se representó el cálculo que se realiza para cada uno de los ramales, en el cual se incluyen todos los rociadores presentes en el ramal respectivo, hasta llegar al nodo; los cálculos de los otros nodos se adjuntan en los anexos.

Una vez realizado los cálculos para cada uno de los nodos, se procede a realizar la respectiva suma de presiones y caudales de cada uno de ellos, incluyendo la tubería horizontal, hasta llegar a la parte superior del “riser”; seguidamente, se incluye la tubería vertical, hasta el punto en la toma.

Tabla 20. Cálculo hidráulico sector almacenamiento.

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|------|-------------------|----------|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | T | m | | Pf | Fricción | | |
| N7 | 7,5 | 35,6 | 0 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,8 | q=0 |
| N6 | 7,5 | NA | 323,53 | 6,065 | | F | 0 | 0,0143 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,04 | |
| N6 | 7,5 | 35,6 | 263,64 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,84 | q=Q*VP =263,64 |
| N5 | 7,5 | | 587,17 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N5 | 7,5 | 35,6 | 263,70 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,87 | q=Q*VP =263,70 |
| N4 | 7,5 | | 850,87 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N4 | 7,5 | 35,6 | 263,77 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,90 | q=Q*VP =263,77 |
| N3 | 7,5 | | 1114,64 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N3 | 7,5 | 35,6 | 263,84 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,93 | q=Q*VP =263,84 |
| N2 | 7,5 | | 1378,48 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N2 | 7,5 | 35,6 | 263,91 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,96 | q=Q*VP =263,91 |
| N1 | 7,5 | | 1642,39 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N1 | 7,5 | 35,6 | 263,98 | 6 | | L | 43,8 | 120 | Pt | 54,98 | q=Q*VP =263,98 |
| Rs | 7,5 | | 1906,3704 | 6,065 | 1CN | F | 4,3 | 0,0098 | Pe | 6,106 | |
| | | | | | | T | 48,1 | | Pf | 0,47 | |
| Rs | | 43,7 | 342,88 | 6 | | L | 7,5 | 120 | Pt | 61,56 | Keq=Q/VP =43,7 |
| Rt | | | 2249,25 | 6,065 | | F | 10,9 | 0,0159 | Pe | 15,478 | |
| | | | | | | T | 18,4 | | Pf | 0,29 | |
| | | | | | | | | | Pt | 77,33 | |

Fuente: Elaboración propia.

11.3.27 Requisitos de demanda de agua sector de almacenamiento.

El suministro de agua mínimo está especificado en la tabla 19.3.3.1.2, según el riesgo correspondiente; para el sector de almacenamiento, riesgo extra (NFPA30, 2015).

| Ocupación | Manguera interior | | Manguera interior y exterior total combinada | | Duración (minutos) |
|------------------|-------------------|---------------|--|-------|--------------------|
| | gpm | L/min | gpm | L/min | |
| Riesgo leve | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 100 | 380 | 30 |
| Riesgo ordinario | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 250 | 950 | 60-90 |
| Riesgo extra | 0, 50, o 100 | 0, 190, o 380 | 500 | 1900 | 90-120 |

Figura 38. Asignación de chorros de manguera. Fuente: NFPA, 2019.

Finalmente, al añadir las mangueras necesarias que estipula la norma, se muestra un flujo total de $0.17345 \text{ m}^3/\text{s}$ (2749.25 gpm) para el área crítica del sector de almacenamiento.

Tabla 21. Presión y caudal total sector almacenamiento.

| | Presión(psi) | Flujo(gpm) |
|------------|--------------|------------|
| Rociadores | 76,47 | 2249,25 |
| Mangueras | NA | 500 |
| Total | 76,47 | 2749,25 |

Fuente: Elaboración propia.

11.4 CÁLCULOS HIDRÁULICOS CON EL SOFTWARE SPINKCALC

Es relevante mencionar que, para efectos del diseño de sistemas contra incendio, se debe diseñar para un único evento de fuego; es decir, el equipo de bombeo necesario se selecciona considerando el resultado más alto en cuanto a presión y caudal.

Del software SprinkCALC de Tyco- Johnson Controls se extraen valores más exactos que permiten realizar un sistema contra incendios más eficiente a la hora de presentarse una emergencia; además, los resultados que arroja el software serán los que se implementarán, debido a que estos no arrastran valores con pérdida de decimales, e incluso, error humano; pero se compararán los resultados para corroborar similitud con el cálculo manual.

En el software, primeramente, se procede a ingresar cada uno de los nodos respectivos del sistema y su ruta crítica, estos con la ubicación que el diseñador estableció en incisos anteriores, en conjunto con lo que estipula la NFPA13.

A continuación, se representará el cálculo referente a la segunda planta del sector de oficinas con rociadores colgantes QR, factor de descarga K-5.6 y una densidad de $0.10 \text{ gpm}/\text{ft}^2$, referentes a un riesgo leve, según NFPA 13 y al almacenamiento de

productos químicos con rociadores SR, factor de descarga K-11.2 y una densidad de 0.40 gpm/ft² , como lo estipuló el capítulo 16 de la NFPA30.

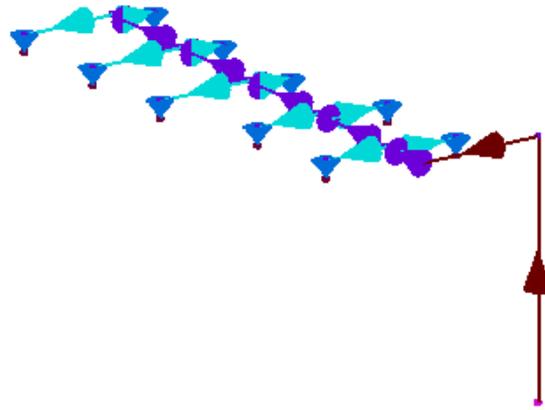


Figura 39. Área crítica sector de oficina. Fuente: Elaboración propia Sprinkcalc.

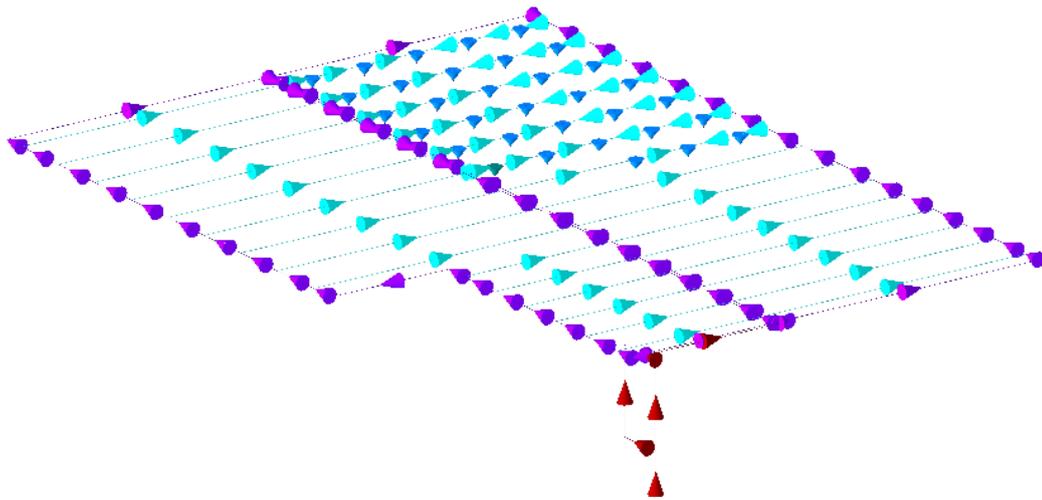


Figura 40. Área crítica sector de almacenamiento. Fuente: Elaboración propia Sprinkcalc.

En seguida, se procede a mostrar el resumen obtenido del software de cálculo hidráulico, en el cual se presenta la presión requerida, la clasificación del recinto y el caudal requerido para abastecer en caso de emergencia.

| Design | |
|---|--------------------|
| Remote Area Name | Sector de oficinas |
| Remote Area Location | |
| Occupancy Classification | Commercial_Light |
| Density (gpm/ft ²) | 0,148 |
| Area of Application (ft ²) | 1000 |
| Coverage per Sprinkler (ft ²) | 100 |
| Number of Calculated Sprinklers | 10 |
| In-Rack Demand (gpm) | 0 |
| Special Heads | |
| Hose Streams (gpm) | 0 |
| Total Water Required (gpm) | 174 |
| Required Pressure at Source (psi) | 24,9 |
| Type of System | Wet |
| Volume - Entire System (gal) | 65,3 gal |

Figura 41. Resumen del cálculo de Oficinas. Fuente: Sprinkcalc.

| Design | |
|---|--|
| Remote Area Name | Bodega de almacenamiento de productos químicos |
| Remote Area Location | |
| Occupancy Classification | Commercial_Extra2 |
| Density (gpm/ft ²) | N/A (In-Rack) |
| Area of Application (ft ²) | 3960 |
| Coverage per Sprinkler (ft ²) | 120 |
| Number of Calculated Sprinklers | 34 |
| In-Rack Demand (gpm) | 0 |
| Special Heads | |
| Hose Streams (gpm) | 0 |
| Total Water Required (gpm) | 2366,5 |
| Required Pressure at Source (psi) | 76,3 |
| Type of System | Wet |
| Volume - Entire System (gal) | 1241,5 gal |

Figura 42. Resumen del cálculo de almacenamiento. Fuente: Sprinkcalc.

Al comparar los valores de presión y caudal requeridos, se encuentra mucha similitud con respecto a los cálculos hechos a mano; cabe resaltar que se debe sumar el caudal de las conexiones de manguera $0.006309 \text{ m}^3/\text{s}$ (100gpm) y $0.031545 \text{ m}^3/\text{s}$ (500gpm) para el sector de oficinas y el sector de almacenamiento, respectivamente,

dando como resultado final $0.017286 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 171679.5Pa (274gpm @ 24.9 psi) para las oficinas y $0.180847 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 526070Pa (2866.5gpm @ 76.3psi) para el almacenamiento de químicos.

Además del software de cálculo también, se puede obtener un gráfico referente a la demanda de los rociadores de caudal vs presión; presentan la variable D1, que responde al punto inicial y D2 al punto final querido.

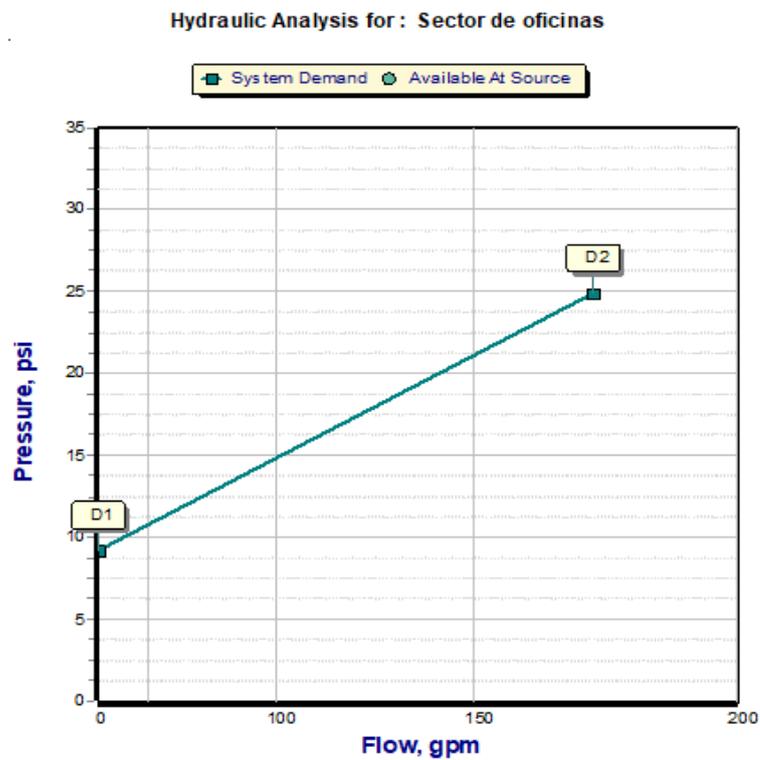


Figura 43. Grafico Caudal vs presión. Fuente: Sprinkcalc.

Hydraulic Analysis for : Bodega de almacenamiento de productos químicos

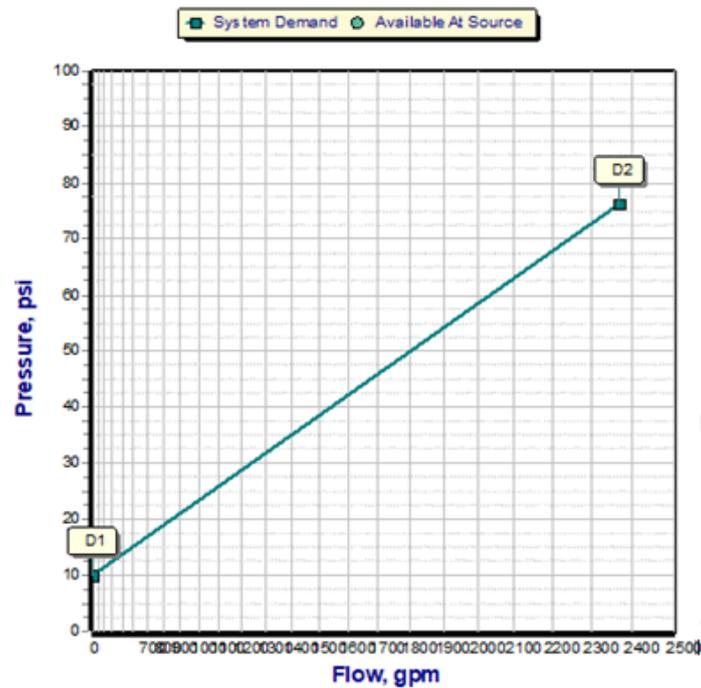


Figura 44. Gráfico Caudal vs presión. Fuente: Sprinkcalc.

Se realizó un cálculo para dos recintos distintos y con diferentes riesgos; sin embargo, como se indicó anteriormente, el diseño se realiza para una única eventualidad de riesgo; entonces, se realizarán los cálculos con los datos de caudal referentes a la bodega, que es la que presenta la mayor demanda; y al seleccionar el equipo para el sistema de mayor demanda, también podrá abastecer al sistema más pequeño

11.5 PARÁMETROS Y LINEAMIENTOS EN SISTEMAS COMBINADOS

Al presentarse algunas inconsistencias en cuanto a las instrucciones presentes en NFPA 14 (Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras) y NFPA 13 (Norma para la instalación de sistemas rociadores), inciso 16.15 (tomas de mangueras), se precede a tomar en cuenta las características más importantes de cada una de las normas con el objetivo de proteger la vida y la propiedad, proporcionando una forma confiable, efectiva y segura de combatir el fuego.

Del análisis de los enfoques de diseño 2019 de NFPA 13 y NFPA 14 para sistemas combinados, se concluye que ambos enfoques presentan gran similitud con respecto a los cálculos. Es importante rescatar que según NFPA 14, en el inciso 7.6.2, se estipula que se debe presentar un diámetro mínimo normal de la tubería vertical de 100mm (4 pulg); y cuando se presenta el caso de sistemas combinados, se aumentará a 150mm (6 pulg); por otra parte, se indica que no se permite un diámetro menor a 65mm (2 1/2 pulg) para cada una de las líneas ramales.

Según la NFPA 14, 2019, los sistemas combinados están restringidos a sistemas clase I y sistemas clase III, para los cuales, según el inciso 7.10.1.1.1, se debe presentar una tasa de flujo para el montaje más remoto de $0.037884 \text{ m}^3/\text{s}$ (500gpm), a través de las dos conexiones de manguera.

Por otra parte, el inciso 7.11 nos establece que se debe proveer un drenaje de instalación permanente.

Seguidamente, se estipula un diámetro de mínimo de 65mm (2 1/2 pulg) para las derivaciones de la tubería vertical hacia mangueras o tomas de bomberos.

El inciso 7.3 referente a la ubicación de las conexiones para mangueras, presenta consideraciones por tomar en cuenta, según la clase del sistema empleado. Primeramente, se establece que las conexiones para mangueras y las estaciones de mangueras no deben estar obstruidas y deben estar ubicadas a no menos de 0.9m o a no más de 1.5m por encima del piso.

Para el proyecto en estudio, se implementarán sistemas Clase I, los cuales son provistos con conexiones de manguera de 65mm (2 1/2 pulg), para lo cual se determina una serie de consideraciones, según la NFPA14:

- 7.3.2.1 En cada descanso de piso principal, en las escaleras de salidas requeridas.

- 7.3.2.2 En cada lado del muro adyacente, a las aberturas de salida de las salidas horizontales.
- 7.3.2.3.1 En cada pasadizo de salida, a la entrada de las áreas del edificio al pasadizo.
- 7.3.2.7 En el descanso más alto de escaleras con acceso de escalera, a un techo o sobre techos con un desnivel.

11.6 DISTRIBUCIÓN DE GABINETES Y TOMA DE BOMBEROS.

Para realizar el cálculo hidráulico, se toman las mismas consideraciones que para el cálculo de rociadores, por ende, se realiza el cálculo para la salida más lejana del sistema y, además, debe cumplir con los valores mínimos de las presiones; por ende, en el punto más remoto debe proporcionar $0.0157725 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 689476.18Pa (250gpm @ 100 psi)

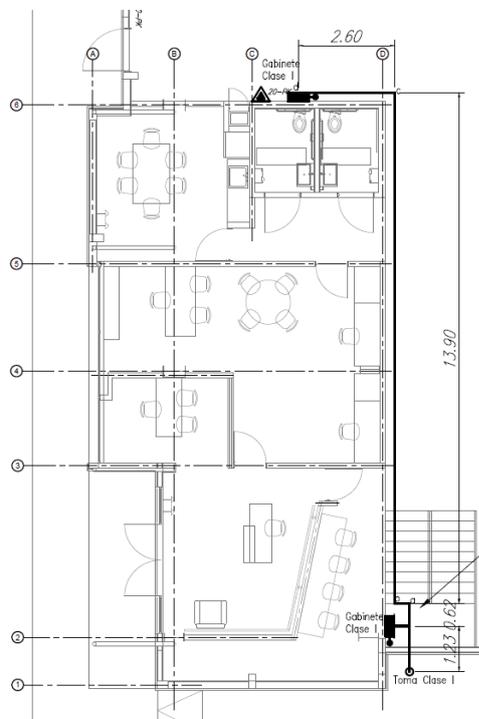


Figura 45. Ubicación para gabinetes y toma de manguera.

Seguidamente, se representará el cálculo hidráulico para obtener el valor de presión adecuado con el cual se seleccionará el equipo.

Tabla 22. Cálculo hidráulico gabinetes.

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios- Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas | |
|----------|-----------|----------|---------------------|-----------------------|--|---|-------|----------------------|----|-----------|-------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | | |
| Manguera | 1 | | 250 | 2 1/2 | | L | 6,5 | 120 | Pt | 100 | | |
| d | 7,5 | NA | 250,00 | 2,469 | 2C | F | 3,6 | 0,7068 | Pe | -9,23 | | |
| | | | | | | T | 10,1 | | Pf | 7,14 | | |
| d | 7,5 | | 0,00 | 2 1/2 | | L | 2,6 | 120 | Pt | 97,91 | | |
| c | 7,5 | | 250 | 2,469 | | F | 0 | 0,7068 | Pe | 0 | | |
| | | | | | | T | 2,6 | | Pf | 1,84 | | |
| c | 7,5 | | 0,00 | 2 1/2 | | L | 13,88 | 120 | Pt | 99,75 | | |
| b | 7,5 | | 250 | 2,469 | 1C | F | 1,8 | 0,7068 | Pe | 2,556 | | |
| | | | | | | T | 15,68 | | Pf | 11,08 | | |
| b | 7,5 | | 0,00 | 2 1/2 | | L | 0,4 | 120 | Pt | 113,38 | | |
| a | 7,5 | | 250 | 2,469 | 1C | F | 1,8 | 0,7068 | Pe | 0 | | |
| | | | | | | T | 2,2 | | Pf | 1,55 | | |
| a | 7,5 | | 0,00 | 6 | | L | 1,85 | 120 | Pt | 114,94 | | |
| RS | 7,5 | | 250 | 6,065 | | F | 0 | 0,0089 | Pe | 0 | | |
| | | | | | | T | 1,85 | | Pf | 0,02 | | |
| RS | 7,5 | | 0,00 | 6 | | L | 7 | 120 | Pt | 114,95 | | |
| Rt | 0 | | 250 | 6,065 | 1GV+1CK | F | 10,9 | 0,0089 | Pe | 9,94 | | |
| | | | | | | T | 17,9 | | Pf | 0,16 | | |
| Rt | 0 | | 500 | | | L | | | Pt | 125,05 | | |
| | | | | | | | F | | | | | |
| | | | | | | | T | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Se representa un mínimo de $0.037884 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 861845Pa (500gpm @ 125 psi) en la base del “riser”, para lograr abastecer las dos salidas más remotas a 689476.18Pa (100 psi), con un caudal de $0.0157725 \text{ m}^3/\text{s}$ (250 gpm) a cada una, como lo dicta NFPA. Con el afán de corroborar los cálculos efectuados a mano, se procede a realizar el cálculo a partir del software Sprinkcalc y se obtienen datos muy similares, lo que valida el cálculo efectuado con método manual.

| Design | |
|---|-------------------|
| Remote Area Name | Gabinetes y toma |
| Remote Area Location | |
| Occupancy Classification | Commercial_Extra2 |
| Density (gpm/ft ²) | N/A (In-Rack) |
| Area of Application (ft ²) | 0 |
| Coverage per Sprinkler (ft ²) | N/A (In-Rack) |
| Number of Calculated Sprinklers | 1 |
| In-Rack Demand (gpm) | |
| Special Heads | |
| Hose Streams (gpm) | 0 |
| Total Water Required (incl. Hose Streams) (gpm) | 500 |
| Required Pressure at Source (psi) | 120,5 |
| Type of System | Wet |
| Volume - Entire System (gal) | 49,7 gal |

Figura 46. Resumen de cálculo hidráulico de gabinetes. Fuente: Sprinkcalc

También, con ayuda del software, se logra extraer el gráfico referente a la demanda de caudal vs presión para las mangueras y toma de bomberos.

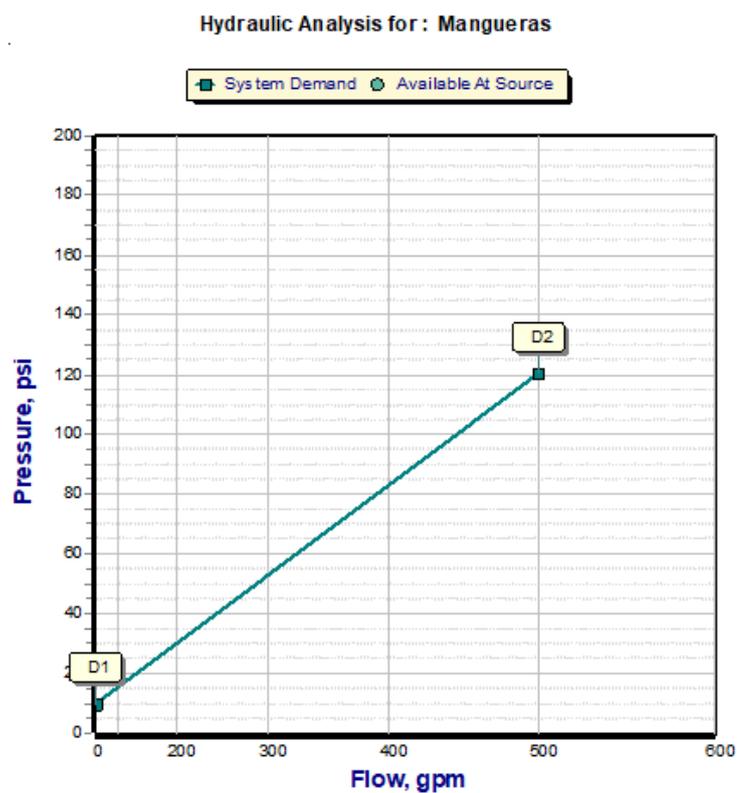


Figura 47. Gráfico de mangueras y toma de bomberos. Fuente: Sprinkcalc

11.7 SOPORTERÍA DEL SISTEMA.

En la norma de sistemas rociadores (NFPA 13), se presenta el capítulo 17, referente a los requisitos de instalación para la sujeción y soportes de sistemas de tubería; en el inciso 17.1.2, se presenta una serie de consideraciones importantes para cumplir con los requisitos de dicho capítulo.

- Los soportes colgantes deben estar diseñados para sostener cinco veces el peso de la tubería llena de agua, más 115 kg (250lb) en cada uno de los puntos de soporte de la tubería.
- Estos puntos de soporte deben ser adecuados para sostener el sistema.
- El espaciamiento entre soportes colgantes no debe exceder el valor establecido para el tipo de tubería, como se indica en la tabla 17.4.2.1(a) o en la tabla 17.4.2.1(b).
- Los componentes de los soportes colgantes deben ser ferrosos.
- Deben presentarse cálculos detallados, cuando sean requeridos por autoridad de revisión, que muestren los esfuerzos desarrollados en soportes colgantes, en tuberías y accesorios y los factores de seguridad permitidos.
- No deben usarse soportes colgantes ni las tuberías de los rociadores para sostener componentes ajenos al sistema.

El inciso 17.4 menciona aspectos importantes de la instalación de soportes montantes; se estipula que, para reforzar la permanencia o sujeción de las tuberías, se debe implementar soportes colgantes, con una correcta instalación y calidad de producto a nivel industrial; su montaje debe de ser recto, perpendicular a las tuberías.

A partir de la tabla 17.4.2.1, se procede a realizar la instalación de soportería con el espaciamiento requerido, de acuerdo con el material y el tamaño nominal de la tubería.

Tabla 17.4.2.1(a) Distancia máxima entre soportes colgantes (pie-pulg.)

| | Tamaño nominal de tubería (pulg.) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½ | 3 | 3½ | 4 | 5 | 6 | 8 |
| Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada | NA | 12-0 | 12-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 |
| Tubería de acero de pared delgada roscada | NA | 12-0 | 12-0 | 12-0 | 12-0 | 12-0 | 12-0 | NA | NA | NA | NA | NA |
| Tubo de cobre | 8-0 | 8-0 | 10-0 | 10-0 | 12-0 | 12-0 | 12-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 | 15-0 |
| CPVC | 5-6 | 6-0 | 6-6 | 7-0 | 8-0 | 9-0 | 10-0 | NA | NA | NA | NA | NA |
| Tubería de hierro dúctil | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 15-0 | NA | 15-0 | NA | 15-0 | 15-0 |

NA: No aplicable.

Figura 48. Tabla de distancia en soportería. Fuente. (NFPA13,2019)

Es importante fijar adecuadamente la estructura para evitar que, en caso de descarga de un rociador, se restrinja al máximo el movimiento de este, debido a que las fuerzas causadas por el flujo de agua podrían generar un desplazamiento, afectando adversamente la descarga.

Para efecto de este diseño, se recomienda utilizar los soportes colgantes aceptables, según la figura A.17.4.3.4.4(b); de los varios presentados, se seleccionan los de tipo Anillo giratorio ajustable; siguiendo las consideraciones de instalación de la anterior tabla.

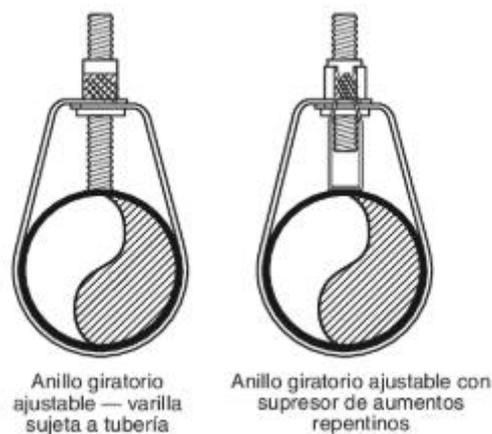


Figura 49. Soporte de Anillo giratorio. Fuente: NFPA13,2019

11.7.1 Requisitos de instalación para protección sísmica.

Se deben contemplar las cargas sísmicas, para las cuales mediante la norma se puede calcular su fuerza horizontal, sin embargo, resulta recomendable la utilización de un software referente a cargas sísmicas, en los cuales se consideran parámetros de movimientos de tierra presentes en el software desarrollado por el centro de estudios geológicos de Estados Unidos.

El enfoque presentado por NFPA 13 es compatible con los requisitos mínimos de carga para diseño de edificios y otras estructuras.

El inciso 18.5.5.2.1 estipula que el espaciamiento entre arriostramiento anti oscilante lateral no debe exceder un intervalo máximo de 12m entre centros. (NFPA13, 2019). Según el inciso 18.5.9.3, la fuerza horizontal es calculada como:

$$F_{pw} = C_p \cdot W_p$$

Con:

F_{pw} =Fuerza sísmica horizontal

C_p =Coeficiente sísmico

W_p =Peso del sistema

Para el cálculo del valor de C_p , que se calcula con la tabla 18.5.9.3, a partir de la medida de la intensidad de los temblores o el movimiento de la tierra por terremoto y la latitud y longitud del proyecto, se obtiene S_s ; sin embargo, en el inciso 18.5.9.5, se menciona que en el caso de no presentarse la información adecuada para determinar C_p , se determinará la fuerza horizontal con un $C_p = 0.5$. (NFPA13, 2019).

Para el cálculo del peso, se presenta una tabla que facilita el valor a partir del diámetro de la tubería, según tabla A.18.5.9 de NFPA 13.

| Dimensiones nominales | | Peso de tubería llena de agua | |
|--------------------------|-----|-------------------------------|-------|
| pulg. | mm | lb/pie | kg/m |
| Tubería Cédula 40 | | | |
| 1 | 25 | 2.05 | 3.05 |
| 1¼ | 32 | 2.93 | 4.36 |
| 1½ | 40 | 3.61 | 5.37 |
| 2 | 50 | 5.13 | 7.63 |
| 2½ | 65 | 7.89 | 11.74 |
| 3 | 80 | 10.82 | 16.10 |
| 3½ | 90 | 13.48 | 20.06 |
| 4 | 100 | 16.40 | 24.40 |
| 5 | 125 | 23.47 | 34.92 |
| 6 | 150 | 31.69 | 47.15 |
| 8* | 200 | 47.70 | 70.98 |

Figura 50. Tabla referente a pesos de tubería. Fuente: NFPA13,2019

Se menciona en el inciso A.18.5.9.1, que es más factible asignar el cálculo a cargo de un ingeniero estructural o el arquitecto del proyecto.

11.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

El diseño de un sistema de bombeo se debe basar en las consideraciones del benemérito cuerpo de bomberos de Costa Rica y de la norma referente a instalación de bombas (NFPA20), con el propósito de proveer un grado razonable de protección contra incendios a la vida y la propiedad, a partir de una correcta instalación de las bombas estacionarias.

Para determinar el caudal adecuado en una bomba contra incendio, según 4.10.1, se debe establecer que, para la mayor demanda individual de cualquier sistema de protección contra incendio conectado a la bomba, sea equivalente al 150 por ciento la capacidad nominal. (NFPA20, 2013). Además, en el inciso 4.10.2, se establecen las capacidades nominales en gpm (L/min.), identificadas en la Tabla 4.10.2; deben estar clasificadas a presiones netas de 275790 Pa (40 psi) o más.

Tabla 23. Caudales de bombas contra incendio centrífuga.

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

Fuente: (NFPA20,2019)

Seguidamente, en el inciso 4.14.1.1.7, se menciona el acomodo de los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de la bomba contra incendio:

- Espacio libre entre componentes para instalación y mantenimiento.
- Espacio libre entre un componente y el muro para instalación y mantenimiento.
- Espacios libres entre equipos eléctricos energizados y otros equipos.
- Orientación de la bomba hacia la tubería de succión.

Es importante resaltar la importancia de instalar una bomba de mantenimiento de presión (jockey), según estipulaciones del inciso 4.27. La Jockey debe ser de un tamaño que permita reponer la presión en el sistema de protección contra incendios, necesario debido a fugas admisibles y a caídas normales de presión. Además, estas deben tener una presión de descarga suficiente para mantener la presión deseada en el sistema de protección contra incendios. (NFPA20, 2013). Finalmente, la norma presenta la tabla 4.28(a), en la cual se muestra un resumen de los tamaños mínimos que deben utilizarse en los componentes de la bomba.

| Certificación de la bomba (gpm) | Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.) | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | Succión ^{a,b,c} | Descarga ^a | Válvula de alivio | Descarga de válvula de alivio | Dispositivo de medición | Cantidad y tamaño de | | Suministro de cabezal de manguera |
| | | | | | | Válvulas de manguera | Conexiones sin rosca | |
| 25 | 1 | 1 | ½ | 1 | 1½ | 1—1½ | 1—2½ | 1 |
| 50 | 1½ | 1½ | 1½ | 1½ | 2 | 1—1½ | 1—2½ | 1½ |
| 100 | 2 | 2 | 1½ | 2 | 2½ | 1—2½ | 1—2½ | 2½ |
| 150 | 2½ | 2½ | 2 | 2½ | 3 | 1—2½ | 1—2½ | 2½ |
| 200 | 3 | 3 | 2 | 2½ | 3 | 1—2½ | 1—2½ | 2½ |
| 250 | 3½ | 3 | 2 | 2½ | 3½ | 1—2½ | 1—2½ | 3 |
| 300 | 4 | 4 | 2½ | 3½ | 3½ | 1—2½ | 1—2½ | 3 |
| 400 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2—2½ | 1—5 | 4 |
| 450 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 2—2½ | 1—5 | 4 |
| 500 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 2—2½ | 1—5 | 4 |
| 750 | 6 | 6 | 4 | 6 | 5 | 3—2½ | 1—5 | 6 |
| 1000 | 8 | 6 | 4 | 8 | 6 | 4—2½ | 1—5 | 6 |
| 1250 | 8 | 8 | 6 | 8 | 6 | 6—2½ | 1—5 | 8 |
| 1500 | 8 | 8 | 6 | 8 | 8 | 6—2½ | 1—5 | 8 |
| 2000 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 6—2½ | 2—5 ^d | 8 |
| 2500 | 10 | 10 | 6 | 10 | 8 | 8—2½ | 2—5 ^d | 10 |
| 3000 | 12 | 12 | 8 | 12 | 8 | 12—2½ | 2—5 ^d | 10 |
| 3500 | 12 | 12 | 8 | 12 | 10 | 12—2½ | 3—5 ^d | 12 |
| 4000 | 14 | 12 | 8 | 14 | 10 | 16—2½ | 3—5 ^d | 12 |
| 4500 | 16 | 14 | 8 | 14 | 10 | 16—2½ | 3—5 ^d | 12 |
| 5000 | 16 | 14 | 8 | 14 | 10 | 20—2½ | 3—5 ^d | 12 |

| Certificación de la bomba (L/min) | Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (mm) | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | Succión ^{a,b,c} | Descarga ^a | Válvula de alivio | Descarga válvula de alivio | Dispositivo de medición | Cantidad y tamaño de | | Suministro de cabezal de manguera |
| | | | | | | Válvulas manguera | Conexiones sin rosca | |
| 25 | 25 | 25 | 19 | 25 | 25 | 1—25 | 1—65 | 25 |
| 189 | 38 | 32 | 32 | 34 | 50 | 1—38 | 1—65 | 38 |
| 370 | 50 | 50 | 38 | 54 | 65 | 1—65 | 1—65 | 65 |
| 568 | 65 | 65 | 50 | 65 | 75 | 1—65 | 1—65 | 65 |
| 757 | 75 | 75 | 50 | 65 | 75 | 1—65 | 1—65 | 65 |
| 946 | 85 | 75 | 50 | 65 | 85 | 1—65 | 1—65 | 75 |
| 1,136 | 100 | 100 | 65 | 85 | 85 | 1—65 | 1—65 | 75 |
| 1,514 | 100 | 100 | 75 | 125 | 100 | 2—65 | 1—125 | 100 |
| 1,763 | 125 | 125 | 75 | 125 | 100 | 2—65 | 1—125 | 100 |
| 1,892 | 125 | 125 | 75 | 125 | 125 | 2—65 | 1—125 | 100 |
| 2,839 | 150 | 150 | 100 | 150 | 125 | 3—65 | 1—125 | 150 |
| 3,785 | 200 | 150 | 100 | 200 | 150 | 4—65 | 1—125 | 150 |
| 4,731 | 200 | 200 | 150 | 200 | 150 | 6—65 | 1—125 | 200 |
| 5,677 | 200 | 200 | 150 | 200 | 200 | 6—65 | 1—125 | 200 |
| 7,570 | 250 | 250 | 150 | 250 | 200 | 6—65 | 2—125 ^d | 200 |
| 9,462 | 300 | 250 | 150 | 250 | 200 | 8—65 | 2—125 ^d | 250 |
| 11,355 | 300 | 300 | 200 | 300 | 200 | 12—65 | 2—125 ^d | 250 |
| 13,247 | 300 | 300 | 200 | 300 | 250 | 12—65 | 3—125 ^d | 300 |
| 15,140 | 300 | 300 | 200 | 300 | 200 | 16—60 | 3—125 ^d | 300 |
| 17,032 | 400 | 350 | 200 | 350 | 250 | 16—65 | 3—125 ^d | 300 |
| 18,925 | 400 | 350 | 200 | 350 | 250 | 20—65 | 3—125 ^d | 300 |

Figura 51. Resumen de información sobre bombas contra incendio centrífugas. Fuente: (NFPA20,2019)

Algunas consideraciones de diseño se describen a continuación:

- Se utilizará un motor Diesel, para propulsar la bomba que garantice su funcionamiento durante 8 horas mínimo.
- Se debe dejar espacio para pruebas, para la conexión y mantenimiento del equipo.
- Según el inciso 4.14.1.2.1, se establece que las unidades de bombeo contra incendio, que se encuentren en espacios exteriores, deben estar ubicadas a una distancia de al menos 15.3 m de cualquier edificio y otras exposiciones al fuego.

- Para la ubicación de la toma directa, se deberá soportar un peso vehicular de 35 toneladas.
- Tal se muestra en inciso 4.12.1, es necesario colocar un manómetro de presión con caratula no menor a 89mm de diámetro, cerca de la brida de descarga con una válvula para manómetro.
- No se utilizará un tanque subterráneo.

Se trabaja con una bomba de carcasa dividida 12x10x18 8100 series de AC fire-pump.

Las mismas aseguran un diseño que permite:

- Servicio en línea sin perturbar las tuberías.
- Vida útil prolongada y eficiente
- Costos de mantenimiento reducidos
- Motor Diesel 223710W (300hp).
- Cumplimiento con NFPA #20, UL, ULC, FM and ANSI.
- Pruebas de desempeño e hidrostáticas.
- Impulsores balanceados dinámicamente.
- Diseño ahorrador de espacio.
- Construcción estándar: hierro fundido, impulsor en bronce.
- Rotación disponible en sentido de las manecillas de reloj o en sentido contrario para simplificar su instalación.
- Caja de prensaestopas con empaquetadura.
- Lubricación con grasa.
- Bridas de succión y descarga ubicadas en una línea central común.

Están diseñadas para funcionar con presiones de 275790Pa-1585794.54Pa (40 psi-230psi) y caudales de $0.006309 \text{ m}^3/\text{s}$ – $0.018927 \text{ m}^3/\text{s}$ (100 gpm - 3000 gpm).

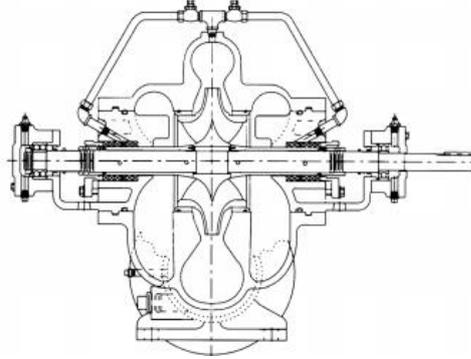


Figura 52. Diseño general de bomba de incendio de carcasa dividida. Fuente: (ACFP, s.f.)

Finalmente, se selecciona una bomba que opere a $0.227305 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 861.84 kPa (3000gpm@ 125psi).

11.9 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Es importante resaltar que, para el dimensionamiento de un tanque, primeramente, se debe determinar la cantidad de flujo y el tiempo aproximado en que el sistema contra incendios se encontrará en funcionamiento, se pueden encontrar tanque de tamaños estándar y no estándar.

El tiempo de operación de un sistema diseñado para riesgo extra debe ser de 90 a 120 minutos, según lo establezca el diseñador. Por otra parte, se tiene que el valor nominal de la bomba es de $0.2273045 \text{ m}^3/\text{s}$ (3000gpm), entonces, se procede al cálculo del suministro mínimo que será de 1362.748 m^3 (360000gal), siguiendo los lineamientos de la norma en los que se indica que el almacenamiento debe ser capaz de suplir el caudal nominal de la bomba por el tiempo estipulado.

A criterio del diseñador, se elige un tanque metálico apertado, el cual debe ser cilíndrico, según establece el inciso 6.1.3.1; además, se establece que sus materiales deben estar en cumplimiento con AWWA D103.

Las dimensiones del tanque se determinan, según AWWA D103, un diámetro de 14.51 m por una altura de 8.40 m, capaz de almacenar $1388m^3 \approx 366670 \text{ gal}$

Criterios de montaje según NFPA22,2018:

- Todas las juntas deben de ser atornilladas en campo.
- Los orificios para los tornillos deben ser perforados en taller o taladrados para el montaje en campo.
- Las juntas que estén en contacto con el agua y juntas herméticas a la intemperie deben estar selladas.
- Instalar una placa anti-vórtice, para evitar la entrada de aire al sistema que reduciría drásticamente la eficiencia de las bombas.

11.10 SISTEMA DE EXTINTORES

A partir de la clasificación del fuego, se procede a la selección de rociadores según la norma contra extinguidores portátiles. (NFPA10, Norma para extinguidores portátiles, 2018)

En el inciso 5.5.1.1, se presentan los extintores para fuegos de líquidos inflamables, se indica que se deben utilizar extintores clase B de químico seco de gran capacidad, de 4.54kg (10lb) o más y una tasa de descarga de 0.45kg/s (1 lb/s), en el sector de almacenamiento y para el sector de oficina se seleccionan clase A al tratarse de combustibles ordinarios.

Se eligen dos tipos de extintores, profesional de 9.08kg (20 lb) marca Badger B-20-PK de cartuchos expulsores de Dióxido de carbono, el cual cumple con ambas características necesarias, además, este modelo contiene el químico seco Purple-K para abordar los riesgos industriales o incendios de alto riesgo que requieren efectividad y respuesta rápida. También, se elige uno de 4.54kg (10lb) marca Badger B-10-A, el cual es del tipo ABC, de polvo químico seco, estos son diseñados para proteger riesgos clase A combustibles sólidos, riesgos clase B que responde a combustibles líquidos y gaseosos y riesgos clase C que responde a equipos eléctricos energizados.

Características de los extintores según el proveedor:

- Equipado con boquilla de descarga giratoria de bajo mantenimiento para acomodar a los operadores zurdos y diestros
- Diseñado con más agente extintor para mayores clasificaciones de fuego, mayor alcance, tiempos de descarga extendidos y caudales más altos
- Protector de cartucho de acero inoxidable y pasadores de anillo para una vida útil prolongada.
- Listado por UL y aprobado por USC.
- Soldaduras de fijación completas de 360° para mayor resistencia y mejor resistencia a la corrosión.



Figura 53. Extintor B-20-PK Fuente: (Badgerfire, 2012)

Crterios de montaje segun NFPA10,2018:

- La altura de instalaci3n respecto al piso no debe ser mayor a 1.53m.
- La distancia de recorrido entre extintores debe ser menores a 22.9m.

12 COSTOS DEL DISEÑO.

Para estimar costos, se realizaron distintas cotizaciones a empresas encargadas de vender equipo contra incendio, experiencia de ingenieros; y, además, a partir de consideraciones del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se hizo una estimación del costo en mano de obra.

En cuanto al montaje del equipo, se estipuló un total de 45 días, con un equipo de 5 colaboradores; dos con ocupaciones especializadas (13 872.70 ¢ el día) y 3 con ocupaciones semiespecializadas (11 761.76 ¢ el día) (mtss, 2020)

También, se destinó un porcentaje para los ingenieros diseñadores y encargados de la obra; al respecto, se destinó un porcentaje a permisos. Sin embargo, dicha estimación está sujeta a cambios, ya sea por imprevistos, tiempo de instalación, variación en el precio de los equipos y descuentos aplicados.

Tabla 24. Estimación de costos (Tuberías)

| Tubería (Cedula 40) en 6m | | | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad | Especificación | Precio unitario con I.V.A.¢ | Precio total en colones |
| 15 | Tubo ASTM-53 1 pulg (25mm) | 11 477,21 | 172 158,13 |
| 1 | Tubo ASTM-53 1 1/4 pulg (32mm) | 15 369,07 | 15 369,07 |
| 1 | Tubo ASTM-53 1 1/2 (40mm) | 18 333,19 | 18 333,19 |
| 75 | Tubo ASTM-53 2 1/2 (65mm) | 26 052,74 | 1 953 955,44 |
| 4 | Tubo ASTM-53 4pulg (100mm) | 40 838,33 | 163 353,30 |
| 40 | Tubo ASTM-53 6 pulg (150mm) | 66 920,24 | 2 676 809,55 |
| | | Total | 4 999 978,69 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Estimación de costos (Sistema manual)

| Rociadores, extintores | | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad | Especificación | Precio unitario con I.V.A.¢ | Precio total en colones |
| 10 | Rociadores S0110 K5.5 | 2 234,76 | 22 347,59 |
| 138 | Rociadores S1930 K11.2 | 5 082,18 | 701 340,91 |
| 7 | Extintor B-20-PK | 70 018,56 | 490 129,92 |
| 4 | Extintor ABC-10lb | 46 696,54 | 186 786,18 |
| 2 | Gabinete de manguera clase I | 109 287,30 | 218 574,60 |
| | | Total | 1 619 179,20 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Estimación de costos (Válvulas)

| Válvulas | | | |
|----------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad | Especificación | Precio unitario con I.V.A.¢ | Precio total en colones |
| 2 | Valvula compuerta OS&Y (150mm) | 266 478,97 | 532 957,94 |
| 2 | Valvula check riser 6 pulg (150mm) | 117 864,58 | 235 729,15 |
| 8 | Valvula check 2 1/2 pulg (65mm) | 114 397,06 | 915 176,45 |
| 6 | Valvula globo 2 1/2 pulg (65mm) | 114 397,06 | 686 382,34 |
| 4 | valvula -drenaje 4pulg (100mm) | 114 397,06 | 457 588,22 |
| 1 | Siamesa de inyección | 700 185,60 | 700 185,60 |
| | | Total | 3 528 019,70 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Estimación de costos (Accesorios)

| Accesorios varios | | | |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad | Especificación | Precio unitario con I.V.A.¢ | Precio total en colones |
| 8 | Manómetros | 15 000,00 | 120 000,00 |
| 300 | Soportes anillo ajustable (Pera) | 3 000,00 | 900 000,00 |
| | tee, uniones, reducciones, codos | 2 000 000,00 | 2 000 001,00 |
| 2 | Toma de bomberos 2 1/2 pulg (65mm) | 75 000,00 | 150 000,00 |
| 1 | Toma de bomberos 6pulg (150mm) | 150 000,00 | 150 000,00 |
| 1 | Cabezal de prueba (pedestal) | 875 232,00 | 875 232,00 |
| | | Total | 4 195 233,00 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Estimación de costos (Bombeo)

| Cuarto de bombeo | | | |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Cantidad | Especificación | Precio unitario con I.V.A.¢ | Precio total en colones |
| 1 | Bomba principal | | |
| 1 | Motor diesel | | |
| 1 | Panel de control de bombas | | |
| 1 | Accesorios varios | | |
| 1 | Bomba auxiliar | | |
| | | Total | 35 009 280,00 |

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se presenta el costo total de implementación para el sistema propuesto; es importante rescatar que es un sistema indispensable para asegurar la seguridad de las personas, equipo e instalaciones.

Tabla 29. Estimación de costos (Finales)

| Presupuesto | |
|-----------------------------|---------------|
| Materiales | 49 351 690,59 |
| Mano de obra | 4 366 710,00 |
| Sub total | 53 718 400,59 |
| Servicios profesionales(3%) | 1 611 552,02 |
| Permisos(5%) | 2 685 920,03 |
| Diseño e inspección(5%) | 2 685 920,03 |
| Total en colones | 60 701 792,67 |

Fuente: Elaboración propia.

13 CONCLUSIONES

1. Se determinaron los caudales y presiones requeridos para abastecer el sistema de supresión de incendio, propuesto para una bodega de almacenamiento de productos químicos, según la norma NFPA30, a partir de cálculos hidráulicos, como se estipula en la norma NFPA13,2019 y el software Sprinkcalc, con lo que se obtiene como resultado una demanda de $0.217152 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 526.07 kPa (2866gpm@ 76.3psi) para el sistema de rociadores y $0.037884 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 861.84kPa (500gpm @ 125psi) para el sistema manual fijo clase I ,como estipula el benemérito cuerpo de bomberos de Costa Rica.
2. Se calculó el sistema de tubería (ASTM-A53) requerido para el abastecimiento de agua al equipo de protección, según la norma NFPA13,2019 y NFPA 14,2019; también, se calculó el sistema de bombeo para abastecer la demanda de presión y caudal; se seleccionó una bomba centrífuga de carcasa dividida de $0.227305 \text{ m}^3/\text{s}$ @ 861.84 kPa (3000gpm@ 125psi) y, a su vez, a partir de la NFPA22, se dimensionó el almacenamiento, el cual debe abastecer 1362.748 m^3 (360000gal), para riesgo extra por un tiempo de (120 minutos). También con la NFPA 13 se calcularon los rociadores adecuados a partir de la temperatura de operación (38°C), el factor de descarga asociado al riesgo y el tipo de respuesta, obteniéndose 138 rociadores K-11.2, respuesta estándar para el sector de almacenamiento (riesgo extra) y 20 rociadores K-5.6, respuesta rápida para el sector de oficinas (riesgo leve).

3. Se elaboraron los planos requeridos para la instalación del equipo diseñado, en cumplimiento con las normas NFPA y el benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.
4. Se estimaron costos de implementación de un equipo con rociadores automáticos para una bodega de almacenamiento químico (Sachs Shemical), en cumplimiento con la norma NFPA30, para un total de 60 701 792 ₡; monto en el cual se toman en cuenta los equipo requeridos, estimación de mano de obra, permisos de la obra, diseño e inspección y algunos imprevistos que se puedan presentar.

14 RECOMENDACIÓN

- En caso de realizarse alguna modificación, comunicarlo con el diseñador y corroborar el cumplimiento de las normas respectivas, pues el proyecto se desarrolló en cumplimiento exacto de las normas contra incendio.
- Implementar todos los sistemas con certificaciones UL y aprobados por NFPA, pues el riesgo del recinto es muy elevado, lo que no permite flexibilidad en la selección de equipos.
- Rotular correctamente el equipo instalado y capacitar al personal a cargo de operarlo para asegurar la seguridad.
- Corroborar la presión de las válvulas y manómetros para asegurar el funcionamiento inmediato en caso de emergencia.
- Agregar un sistema de detección de alarma para aumentar la seguridad del sistema.

15 BIBLIOGRAFÍA

- ACFP. (s.f.). *AC Fire Pump*. Obtenido de <https://acfirepump.com/split-case-fire-pumps/8100-series-fire-pump/#product-tab-literature>
- Badgerfire. (2012). Obtenido de http://www.badgerfire.com/Documents/SCREEN_BRIGADE.pdf
- Bomberos. (2013). *MANUAL DE DISPOSICIONES TÉCNICAS*. Obtenido de https://www.bomberos.go.cr/upl0dz/2013/06/Manual_de_Disposiciones_Tecnicas_2013.pdf
- Chowanczak, A. (2012). *Rociadores automáticos*. Obtenido de <https://pt.slideshare.net/leandroeara/jornada2-14072956>
- DECRETO N° 37615-MP. (2013). Obtenido de <https://www.bomberos.go.cr/upl0dz/2018/08/Reglamento-Ley-8228-2018-1.pdf>
- Esparza, F. (s.f.). *Bomberos de Navarra*. Obtenido de http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf
- Galán, A. (2016). *Blog de la seguridad contra incendio*. Obtenido de <https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/rociadores-ii-tipos-de-rociadores/>
- Helios. (10 de Mayo de 2019). *Helios Soluciones Sostenibles S.A.S*. Obtenido de <https://www.heliosinc.com.co/post/tipos-de-rociadores-sprinkler-contra-incendio>
- IPCS. (2002). *Tolueno*. Obtenido de StudyLib: <https://studylib.es/doc/3813568/enlace-en-nueva-ventana--tolueno>

IPCS. (2009). *Acetona*. Obtenido de StudyLib: <https://studylib.es/doc/3813577/enlace-en-nueva-ventana--acetona>

Lanchas, A. (s.f.). *Asociacion española de laboratorio de fuego*. Obtenido de <http://www.aelaf.es/el-triangulo-del-fuego/>

Mabel, I. (2003). *Manual de almacenamiento de sustancias peligrosas*. Obtenido de http://www.asiquim.com/asiquim2/documentos/Manual_almacenamiento_sust_peligrosas.pdf

Manual de uso de sustancias químicas. (s.f.). Obtenido de http://www.unavarra.es/digitalAssets/146/146686_100000Manual-de-uso-de-productos-quimicos.pdf

Mexichem. (2010). *Asociacion nacional de industria quimica*. Obtenido de [https://aniq.org.mx/pqta/pdf/cloro%20\(MSDS\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/cloro%20(MSDS).pdf)

Microtronics. (2019). *Microtronics*. Obtenido de <http://www.microtronics.cr/sistema-contra-incendios>

Ministerio de salud de Costa Rica. (s.f.). Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=85223&nValor3=110162&strTipM=TC

mtss. (2020). *DEPARTAMENTO DE SALARIOS*. Obtenido de http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2020.pdf

Neoviss. (s.f.). *Sistemas de protección contra incendio*. Obtenido de <http://www.neoviss.com/sistemas-proteccion-contra-incendios/valvula-de-alarma/>

- NFPA10. (2018). *Norma para extinguidores portátiles*.
- NFPA10. (2018). Norma para extintores portátiles contra incendio.
- NFPA101. (2018). *Código de seguridad humana*.
- NFPA13. (2019). *Norma para instalacion de sistemas rociadores*.
- NFPA20. (2013). Norma oara la instalacion de bombas estacionarias de protección contra incendios . En N. F. Association.
- NFPA22. (2018). *Norma para Tanques de Agua para la protección contra incendios Privada*. NFPA.
- NFPA30. (2015). *Codigo de Líquidos Inflamables y Combustibles*.
- Patterson. (s.f.). *Soluciones de bombeo de clase mundial para extinción de incendios*.
Obtenido de
<https://www.pattersonpumps.com/assets/pdf/460376FireBrochSpan.pdf>
- pump, J. (s.f.). *PurityFire*. Obtenido de <http://www.purityincendio.com/fire-fighting-pumps/multistage-jockey-pump/fire-pump-vertical-multistage-jockey-water.html>
- Solutions, N. (s.f.). *Protección contra incendios*. Obtenido de
<http://www.neoviss.com/sistemas-proteccion-contra-incendios/valvula-de-alarma/>
- Suay, J. M. (2010). *Manual de instalaciones contra incendios*. Madrid.
- Trabajo, I. N. (2014). *Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Tyco. (s.f.). Obtenido de

http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/componentes_basicos_de_sistemas_contra_incendios.pdf

Tyco. (2012). Obtenido de https://www.tyco-fire.com/TFP_translate/TFP645_ES.pdf

TycoFire. (2013). Obtenido de [https://www.tyco-](https://www.tyco-fire.com/TFP_translate/TFP152_ES.pdf)

[fire.com/TFP_translate/TFP152_ES.pdf](https://www.tyco-fire.com/TFP_translate/TFP152_ES.pdf)

UCR. (2016). *Tolueno*. Obtenido de regenciaquimica:

<http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/0017%20-%20Tolueno.pdf>

Villafuerte, E. (Abril de 2019). *BLOG DE PREVENCIÓN Y SISTEMAS CONTRA*

INCENDIOS. Obtenido de

<https://eduardovillafuerteblog.wordpress.com/2019/04/08/diferencia-rociadores-respuesta-estandar-vs-respuesta-rapida/>

YHR. (2020). *China Glass Fused to Steel Tanks Manufacturer*. Obtenido de

Everychina: <http://gfstank.sell.everychina.com/p-108871464-anti-corrosion-glass-fused-steel-tanks-large-water-storage-tanks-long-life.html>

16 APÉNDICES

16.1 MUESTRA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS (OFICINAS).

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|-------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.1 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | Pf=T*Pf por metro |
| a | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| a | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,88 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N1 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,38 | | Pf | 0,83 | |
| N1 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,39 | Keq=Q/√P =5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|---------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.2 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | Pe=1,42(Altura en metros) |
| b | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| b | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,92 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N2 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N2 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,40 | Keq=Q/√P =5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.3 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| c | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| c | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,88 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N3 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,38 | | Pf | 0,83 | |
| N3 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,39 | Keq=Q/√P =5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.4 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| d | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| d | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 1,92 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N4 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N4 | | 5,45 | | | | L | | | Pt | 7,40 | Keq=Q/√P =5,45 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.5 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| e | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| e | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N5 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N5 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/√P =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.6 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| f | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| f | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 3,8 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N6 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 5,3 | | Pf | 1,30 | |
| N6 | | 5,29 | | | | L | | | Pt | 7,86 | Keq=Q/√P =5,29 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.7 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| g | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| g | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N7 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N7 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/√P =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.8 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| h | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| h | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 3,8 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N8 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 5,3 | | Pf | 1,30 | |
| N8 | | 5,29 | | | | L | | | Pt | 7,86 | Keq=Q/√P =5,29 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.9 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| i | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| i | 7,5 | | 0 | 1" | | L | 0,98 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N9 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1T | F | 1,5 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,48 | | Pf | 0,61 | |
| N9 | | 5,54 | | | | L | | | Pt | 7,17 | Keq=Q/VP =5,54 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (q) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|------|--------------------|----|-----------|--------------------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| S2.10 | 7 | 5,6 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7 | |
| j | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 1,1 | | Pf | 0,27 | |
| j | 7,5 | | 0,00 | 1" | | L | 2,82 | 120 | Pt | 6,56 | q=0 |
| N10 | 7,5 | NA | 14,82 | 1,049 | 1CN | F | 0,6 | 0,2452 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,42 | | Pf | 0,84 | |
| N10 | 7,5 | 5,45 | 14,82 | 1" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 7,40 | q= K* √p=14,82 |
| N9 | 7,5 | | 29,64 | 1,049 | | F | 0 | 0,8840 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,44 | |
| N9 | 7,5 | 5,54 | 15,51 | 1" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 7,84 | q= K* √p=15,75 |
| N8 | 7,5 | NA | 45,15 | 1,049 | | F | 0 | 1,9259 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 6,01 | |
| N8 | 7,5 | 5,29 | 19,69 | 1 1/2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 13,85 | q= K* √p=19,90 |
| N7 | 7,5 | NA | 64,84 | 1,61 | | F | 0 | 0,4670 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,23 | |
| N7 | 7,5 | 5,57 | 20,90 | 1 1/2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 14,08 | q= K* √p=21,13 |
| N6 | 7,5 | NA | 85,74 | 1,61 | | F | 0 | 0,7831 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 2,44 | |
| N6 | 7,5 | 5,29 | 21,51 | 1 1/2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 16,53 | q= K* √p=21,72 |
| N5 | 7,5 | NA | 107,25 | 1,61 | | F | 0 | 1,1847 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,59 | |
| N5 | 7,5 | 5,54 | 22,92 | 2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 17,12 | q= K* √p=23,15 |
| N4 | 7,5 | NA | 130,17 | 2,067 | | F | 0 | 0,5021 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 1,57 | |
| N4 | 7,5 | 5,45 | 23,56 | 2" | | L | 0,5 | 120 | Pt | 18,68 | q= K* √p=23,79 |
| N3 | 7,5 | NA | 153,73 | 2,067 | | F | 0 | 0,6830 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 0,5 | | Pf | 0,34 | |
| N3 | 7,5 | 5,45 | 23,77 | 2" | | L | 3,12 | 120 | Pt | 19,03 | q= K* √p=24,01 |
| Rs | 7,5 | NA | 177,50 | 2,067 | | F | 0 | 0,8912 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 3,12 | | Pf | 2,78 | |
| Rs | 7,5 | | 0,00 | 6" | | L | 7 | 120 | Pt | 21,81 | Pe=1,42x(alta en metros) |
| Rt | | NA | 177,50 | 6,065 | 1GV+1CK | F | 10,9 | 0,0047 | Pe | 9,94 | |
| | | | | | | T | 17,9 | | Pf | 0,08 | |
| Rt | | | | | | L | | | Pt | 31,83 | 177,5 gpm@ 31,83 psi |
| | | | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

16.2 MUESTRA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS (ALMACENAMIENTO).

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|---------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|--------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro (psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Ra# | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| a# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| a# | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| (1,2,3) | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|-------------------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rb# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| b# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| b# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|-------------------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rc# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| c# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| c# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|-------------------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rd# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| d# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| d# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|-------------------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Re# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| e# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| e# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|-------------------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rf# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| f# | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| f# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (a) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|----------------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rg# | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| g# | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| g# (1,2,3,4,5) | 7,5 | 9,9 | 0 | 1 | | L | | | Pt | 13,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (a) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rg5 | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| g5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| g5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| g4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 1,66 | |
| g4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| g3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,65 | |
| g3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| g2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 6,69 | |
| g2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| g1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 11,25 | |
| g1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N7 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 18,13 | |
| N7 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (a) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|---|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| Rf5 | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| f5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,70 | |
| f5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| f4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 1,66 | |
| f4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| f3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 3,65 | |
| f3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| f2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 6,69 | |
| f2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| f1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 11,25 | |
| f1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N6 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 18,13 | |
| N6 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (a) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|-----|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Re5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| e5 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 3,70 | |
| e5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| e4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 1,66 | |
| e4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| e3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 3,65 | |
| e3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| e2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 6,69 | |
| e2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| e1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 11,25 | |
| e1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N5 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 18,13 | |
| N5 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|-----|-----|-------------------|----|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Rd5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| d5 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 3,70 | |
| d5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| d4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 1,66 | |
| d4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| d3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 3,65 | |
| d3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| d2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 6,69 | |
| d2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| d1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 11,25 | |
| d1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N4 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | | | Pf | 18,13 | |
| N4 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (a) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|--|-----|-----|-------------------|-------|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Rc5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| c5 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,70 | | |
| c5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| c4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 1,66 | | |
| c4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| c3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,65 | | |
| c3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| c2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 6,69 | | |
| c2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| c1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 11,25 | | |
| c1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N3 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 18,13 | | |
| N3 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (Pulg) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|-------------------------|--------------------|--|-----|-----|-------------------|-------|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Rb5 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| b5 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,70 | | |
| b5 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| b4 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 1,66 | | |
| b4 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| b3 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,65 | | |
| b3 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| b2 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 6,69 | | |
| b2 | 7,5 | 9,9 | 49,91 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 25,42 | q=Q*VP =49,91 |
| b1 | 7,5 | NA | 203,63 | 1,61 | | F | 0 | 3,8794 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 11,25 | | |
| b1 | 7,5 | 9,9 | 59,95 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 36,67 | q=Q*VP =59,95 |
| N2 | 7,5 | NA | 263,58 | 1,61 | | F | 0 | 6,2531 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 18,13 | | |
| N2 | | 35,6 | | | | L | | | Pt | 54,80 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

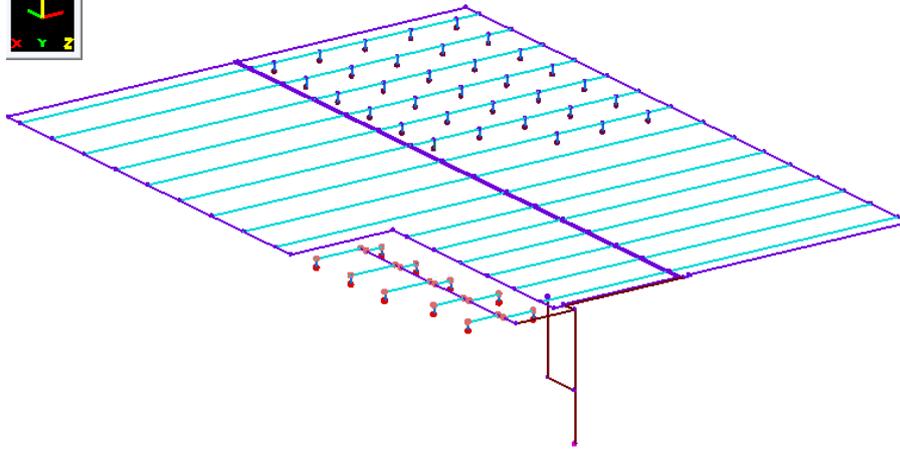
| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado (Pulg) | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|-------------------------|--------------------|--|-----|-----|-------------------|------|-----------|--|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| Ra3 | 7 | 11,2 | 36,16 | 1 | | L | 0,5 | 120 | Pt | 10,42 | Q=As*D Q=90.4ft^2 *0.40 gpm/ft^2 P=(Q/K)^2 |
| a3 | 7,5 | NA | 36,16 | 1,049 | 1T | F | 2,4 | 1,2770 | Pe | -0,71 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,70 | | |
| a3 | 7,5 | 9,9 | 36,26 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 13,42 | q=0 |
| a2 | 7,5 | NA | 72,42 | 1,61 | | F | 0 | 0,5730 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 1,66 | | |
| a2 | 7,5 | 9,9 | 38,44 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 15,08 | q=Q*VP =38,44 |
| a1 | 7,5 | NA | 110,87 | 1,61 | | F | 0 | 1,2598 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 3,65 | | |
| a1 | 7,5 | 9,9 | 42,85 | 1 1/2 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 18,73 | q=Q*VP =42,82 |
| N1 | 7,5 | NA | 153,71 | 1,61 | | F | 0 | 2,3059 | Pe | 0 | |
| | | | | | T | 2,9 | Pf | | 6,69 | | |
| N1 | | 30,5 | | | | L | | | Pt | 25,42 | Keq=Q/VP =11,03 |
| | | NA | | | | F | | | Pe | | |
| | | | | | | T | | | Pf | | |

| Nodo 1 | Elev.1(m) | Factor K | Flujo adicionado | D.I nominal (Pulg) | Accesorios-Cantidad y longitud equivalente | L | m | C | Pt | Total | Notas |
|--------|-----------|----------|------------------|--------------------|--|---|------|-------------------|----|-----------|----------------|
| Nodo 2 | Elev.2(m) | | Flujo total (Q) | D.I real (Pulg) | | F | m | Pf por metro(psi) | Pe | Elevación | |
| | | | | | | T | m | | Pf | Fricción | |
| N7 | 7,5 | 35,6 | 0 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,8 | q=0 |
| N6 | 7,5 | NA | 323,53 | 6,065 | | F | 0 | 0,0143 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,04 | |
| N6 | 7,5 | 35,6 | 263,64 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,84 | q=Q*VP =263,64 |
| N5 | 7,5 | | 587,17 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N5 | 7,5 | 35,6 | 263,70 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,87 | q=Q*VP =263,70 |
| N4 | 7,5 | | 850,87 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N4 | 7,5 | 35,6 | 263,77 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,90 | q=Q*VP =263,77 |
| N3 | 7,5 | | 1114,64 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N3 | 7,5 | 35,6 | 263,84 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,93 | q=Q*VP =263,84 |
| N2 | 7,5 | | 1378,48 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N2 | 7,5 | 35,6 | 263,91 | 6 | | L | 2,9 | 120 | Pt | 54,96 | q=Q*VP =263,91 |
| N1 | 7,5 | | 1642,39 | 6,065 | | F | 0 | 0,0098 | Pe | 0 | |
| | | | | | | T | 2,9 | | Pf | 0,03 | |
| N1 | 7,5 | 35,6 | 263,98 | 6 | | L | 43,8 | 120 | Pt | 54,98 | q=Q*VP =263,98 |
| Rs | 7,5 | | 1906,3704 | 6,065 | 1CN | F | 4,3 | 0,0098 | Pe | 6,106 | |
| | | | | | | T | 48,1 | | Pf | 0,47 | |
| Rs | | 43,7 | 342,88 | 6 | | L | 7,5 | 120 | Pt | 61,56 | Keq=Q/VP =43,7 |
| Rt | | | 2249,25 | 6,065 | | F | 10,9 | 0,0159 | Pe | 15,478 | |
| | | | | | | T | 18,4 | | Pf | 0,29 | |
| | | | | | | | | | Pt | 77,33 | |

16.3 CRONOGRAMA.

| Actividades | Semanas | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Estudio de sistemas de supresión de incendios, normas referentes, equipos y materiales. | x | | | | | | | | | | | | | |
| Estudio de Rociadores y Reconocimiento de los planos arquitectonicos | | x | | | | | | | | | | | | |
| Diseño de Tuberías. | | | x | | | | | | | | | | | |
| Cálculo para el sistema de bombeo. | | | | x | | | | | | | | | | |
| Dimensionamiento de tanque de agua. | | | | | x | | | | | | | | | |
| Selección de equipo a según el riesgo. | | | | | | x | x | | | | | | | |
| Elaboración de planos alusivos al diseño. | | | | | | | | x | x | | | | | |
| Estimación de costos | | | | | | | | | | x | x | | | |
| Correcciones y entregas. | | | | | | | | | | | | x | x | x |

16.4 SOFTWARE DE CÁLCULO.



SprinkCALC III - C:\Users\ABRv\OneDrive\Escritorio\Nueva carpeta\Proyecto prueba 2.tyc3

File Create Modify View Analysis Settings Help FDT Not Licensed CALC Licensed FOAM Not Licensed Base of Riser: src1 Volume: 1102,4 gal

Units: US Eq.Len.: NFPA13 Wet System Fluid: Water @ 60F (15.6C) Nodes: Default Pipes: Default Size Group: Imperial

Node Filter Show Ref. Type Fitting Elev. X Y Clear

| Node# | Type | Hgroup | K-Fact. | Elev | X | Y |
|----------|------|---------|-------------|----------|--------|---|
| | | Fitting | Stat. Pres. | Coverage | | |
| Overhead | | | | 100 | 41,76 | |
| h2 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -5,61 | |
| Overhead | | | | 100 | 13,39 | |
| h3 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -17,12 | |
| Overhead | | | | 100 | 14,91 | |
| h4 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -5,61 | |
| Overhead | | | | 100 | 3,94 | |
| h5 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -19,85 | |
| Overhead | | | | 100 | 24,48 | |
| h6 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -8,33 | |
| Overhead | | | | 100 | 22,85 | |
| h7 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -8,33 | |
| Overhead | | | | 100 | 32,3 | |
| h8 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -19,85 | |
| Overhead | | | | 100 | 33,82 | |
| h9 | HEAD | | 5,6 | 21,21 | -19,85 | |
| Overhead | | | | 100 | 43,27 | |
| ha1 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 62,12 | |
| Overhead | | | | 120 | 69,09 | |
| ha2 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 53,33 | |
| Overhead | | | | 120 | 69,09 | |
| ha3 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 44,55 | |
| Overhead | | | | 120 | 69,09 | |
| hb1 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 62,12 | |
| Overhead | | | | 120 | 77,88 | |
| hb2 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 53,33 | |
| Overhead | | | | 120 | 77,88 | |
| hb3 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 44,55 | |
| Overhead | | | | 120 | 77,88 | |
| hb4 | HEAD | 11,2 | | 21,21 | 35,76 | |

Copyright ©2002-2017 Tyco Fire Protection Products

Hydro Analysis

| Design Area | Occupancy | Area of Application (ft ²) | Total Req. Water | Pressure at Source (psi) | Min. Density (gpm/ft ²) | Min. Sprinkler Pressure (psi) | Min. Sprinkler Discharge (gpm) | # of Sprinklers | # of Standpipe Nodes | Hose Streams (gpm) |
|--------------------|-------------------|--|------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| Bodega de | Commercial_Extra2 | 3960 | 2366,5 | 76,3 | 0 | 30,9 | 62,3 | 33 | 1 | 0 |
| Gabinetes y toma | Commercial_Extra2 | 0 | 500 | 120,5 | 0 | 110 | 500 | 0 | 1 | 0 |
| Sector de oficinas | Commercial_Light | 1000 | 174 | 24,9 | 0,148 | 7 | 14,8 | 10 | 0 | 0 |

16.4.1 Bomba auxiliar

Job Information

Project Name : Bodega de almacenamiento de productos químicos
 Contract No. : City:
 Project Location: Date: 20/08/2020

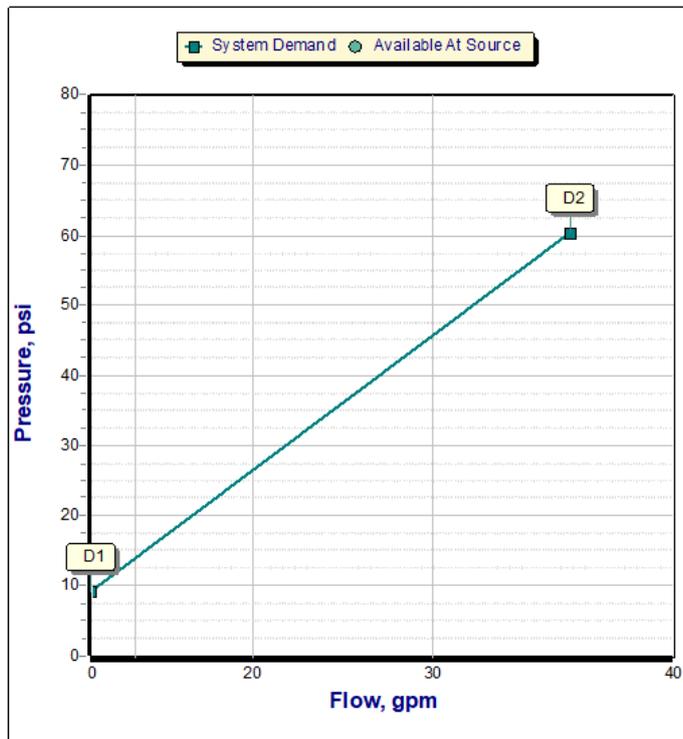
Contractor Information

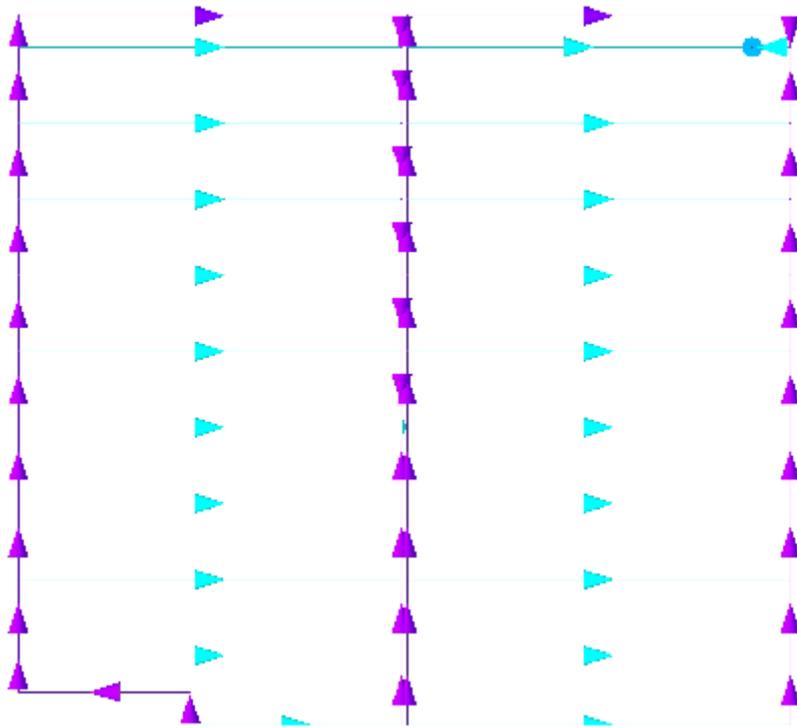
Name of Contractor: Tecnoconsult
 Address: City:
 Phone Number: E-mail: breternaldo@hotmail.com
 Name of Designer: Amaldo Brenes
 Authority Having Jurisdiction:

Design

| | |
|---|-------------------|
| Remote Area Name | Jockey pump |
| Remote Area Location | |
| Occupancy Classification | Commercial_Extra2 |
| Density (gpm/ft ²) | 0,36 |
| Area of Application (ft ²) | 100 |
| Coverage per Sprinkler (ft ²) | 100 |
| Number of Calculated Sprinklers | 1 |
| In-Rack Demand (gpm) | 0 |
| Special Heads | |
| Hose Streams (gpm) | 0 |
| Total Water Required (incl. Hose Streams) (gpm) | 36 |
| Required Pressure at Source (psi) | 60,3 |
| Type of System | Wet |
| Volume - Entire System (gal) | 62,5 gal |

Hydraulic Analysis for : Jockey pump





16.5 PLANOS DEL SISTEMA.

Se adjuntan al final del documento.

17 ANEXOS

17.1 CERTIFICADO DE INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO.

| CERTIFICADO DE INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO | |
|--|---|
| Nombre/domicilio de la propiedad que va a ser protegida con rociadores: | |
| _____ | |
| Nombre del propietario: _____ | |
| La construcción existente o planificada es: | |
| <input type="checkbox"/> Resistente al fuego o no combustible | |
| <input type="checkbox"/> De estructura de madera u ordinaria (muros de mampostería con vigas de madera) | |
| <input type="checkbox"/> Desconocida | |
| Describir el uso previsto del edificio: _____ | |
| _____ | |
| Nota sobre edificios especulativos: El diseño e instalación del sistema de rociadores de incendio depende de una precisa descripción del uso probable del edificio. Sin una información específica, será necesario hacer suposiciones que limitarán el uso real del edificio. Asegúrese de comunicar todas y cada una de las consideraciones del contratista responsable de los rociadores de incendio en este formulario y de acatar todas las limitaciones sobre el uso del edificio, basándose en las limitaciones del sistema de rociadores de incendio que finalmente ha sido diseñado e instalado. | |
| ¿Está la instalación del sistema prevista para una de las siguientes ocupaciones especiales?: | |
| Hangar para aeronaves | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Sistema de tránsito sobre rieles fijos | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Establo de circuito de carrera | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Terminal marino, muelle o embarcadero | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Terminal de aeropuerto | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Instalaciones de prueba de motores de aeronaves | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Planta de energía | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Torre de enfriamiento de agua | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Si la respuesta a cualquiera de los interrogantes mencionados arriba es "sí" debería consultarse la norma NFPA correspondiente sobre criterios de densidad/área para rociadores. | |
| Indicar si se prevé la presencia de alguno de los siguientes materiales especiales: | |
| Líquidos inflamables o combustibles | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Productos en aerosol | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Película de nitrato | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Plástico de nitrato | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Cilindros de gas comprimido o licuado | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Oxidantes líquidos o sólidos | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Formulaciones de peróxidos orgánicos | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Palés vacíos | <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No |
| Si la respuesta sobre cualquiera de los materiales mencionados arriba es "sí" describir tipo, ubicación, disposición y cantidades máximas previstas. | |
| _____ | |
| _____ | |
| © 2014 National Fire Protection Association | NFPA 13 (p. 1 de 2) |

Figura A.27.1(b) Certificado de información del propietario.

Indicar si la protección está prevista para una de las siguientes áreas u ocupaciones especializadas:

| | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Área de pulverización o sala de mezclado | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Extracción de solventes | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Laboratorio en el que se utilizan productos químicos | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Sistema de oxígeno-gas combustible para soldadura o corte | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Carga de cilindros de acetileno | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Producción o uso de gases comprimidos o licuados | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Operación de cocción comercial | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Cámara hiperbárica de Clase A | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Sala limpieza | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Incinerador o sistema de manipulación de desechos | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Sistema de manipulación de ropa blanca | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Horno industrial | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |
| Torre de enfriamiento de agua | <input type="checkbox"/> Sí | <input type="checkbox"/> No |

Si la respuesta a cualquiera de las áreas u ocupaciones mencionadas arriba es "sí," describir tipo, ubicación, disposición y cantidades máximas previstas.

¿Va a haber algún almacenamiento de productos de más de 12 pies (3.7 m) de altura? Sí No

Si la respuesta es "sí," describir producto, disposición de almacenamiento prevista y altura.

¿Va a haber algún almacenamiento de productos de plástico, caucho o productos similares de más de 5 pies (1.5 m) de altura, excepto según se describe más arriba?

Sí No

Si la respuesta es "sí," describir producto, disposición de almacenamiento prevista y altura.

¿Hay alguna información especial sobre el suministro de agua? Sí No

Si la respuesta es "sí," suministrar la información, entre la que se incluyan las condiciones ambientales conocidas que podrían ser responsables de la corrosión, lo que incluye la corrosión microbiológicamente inducida (MIC).

Certifico que tengo conocimiento del uso previsto de la propiedad y que la información arriba suministrada es correcta.

Firma del agente o representante del propietario: _____ Fecha: _____

Nombre del agente o representante del propietario que completa el certificado (en letra de imprenta): _____

Relación y compañía del agente (en letra de imprenta): _____

Figura A.27.1(b) *Continued*

17.2 EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS SEGÚN NORMA.

| Nombre del contrato | | GRUPO I 1500 pies ² (139 m ²) | | Página | | 2 de 3 | | | | | | |
|---------------------|--|--|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------|--|-----------|---|---|
| Piso nro. | Ident. de boquilla y ubicación | Flujo en gpm (lpm) | (mm) Tamaño de tubería | Accesorios de tubería y dispositivos | Long. equiv. de tubería | Pérdida por fricción psi Pie | (bar) Resumen de presión | Presión normal | Notas D = 0.15 gpm/pie ² K = 5.6 | Ref. peso | | |
| 1 | BL-1 | q | 1 pulg. (25mm) | | L 13 pies (4 m) | C=120 | P _t 12.1 | P _t | Q = 130 x 0.15 = 19.5 (74 lpm) F = (19.5/5.6)² = 12.1 psi (0.83 bar) | | | |
| | | 19.5 Q (74) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 2 | | q | 1 1/4 pulg. (32mm) | | L 13 pies (4 m) | 0.124 | P _t 13.7 | P _t | | | q = 5.6 √13.7 | |
| | | 20.7 (78.4) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 3 | | q | 1 1/2 pulg. (40mm) | | L 13 pies (4 m) | 0.131 | P _t 15.3 | P _t | q = 5.6 √15.3 | 4 | | |
| | | 21.9 (83) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 4 | DN RN | q | 1 1/2 pulg. (40mm) | 2T-16 | L 20.5 pies (6.2 m) | 0.236 | P _t 17.0 | P _t | | | q = 5.6 √17 F _e = 1 x 0.433 | 5 |
| | | 23.1 (87.4) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 5 | CMA BL-2 | q | 2 pulg. (50 mm) | | L 10 pies (3 m) | 0.07 | P _t 26.0 | P _t | K = 85.2 √26 K = 16.71 | | | |
| | | 85.2 Q (322.5) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 6 | BL-2 CM A BL-3 | q | 2 1/2 pulg. (65mm) | | L 10 pies (3 m) | 0.107 | P _t 26.7 | P _t | | | q = 16.71 √26.7 | 6 |
| | | 86.3 (326.7) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 7 | BL-3 CM | q | 2 1/2 pulg. (65 mm) | | L 70 pies (21 m) | 0.231 | P _t 27.8 | P _t | q = 16.7 √27.8 | | | |
| | | 88.1 (333.5) | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| 8 | CM A FIS | q | 3 pulg. (80 mm) | E5 | L 119 pies (36 m) | 0.081 | P _t 44.0 | P _t | | | F _e = 15 x 0.433 | 8 |
| | | 259.6 Q (982.7) | | | AV15 | | F 21 pies (6.4 m) | P _e | | | | |
| 9 | POR DEBAJO DE LA TIERRA HASTA TUBERÍA DE RED URBANA | q | 3 pulg. (80 mm) | E5 | L 50 pies (15 m) | C=150 | P _t 61.7 | P _t | F = F ₄₀ x 1.51 x F _c F _c = [2.981/3.068]⁴.⁸⁷ = 0.869 F = 21 x 1.51 x 0.869 F = 27.6 | 9 | | |
| | | 259.6 Q (982.7) | | | GV1 | | F 27.6 pies (8.4 m) | ΠPOM | | | | |
| | | q | | | L | 0.061 | P _t 4.7 | P _n | | | | |
| | | Q | | | T 77.6 pies (24 m) | | P _t | P _n | | | | |
| | | q | | | L | | P _t 66.4 | P _t | | | | |
| | | Q | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | T | | P _t | P _n | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | T | | P _t | P _n | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | F | | P _e | P _v | | | | |
| | | q | | | L | | P _t | P _t | | | | |
| | | Q | | | T | | P _t | P _n | | | | |

Figura A.27.4.2(c) Cálculos hidráulicos.

17.3 MODELO DE HOJA DE GRÁFICOS QUE SE REQUIERE SEGÚN NORMA.

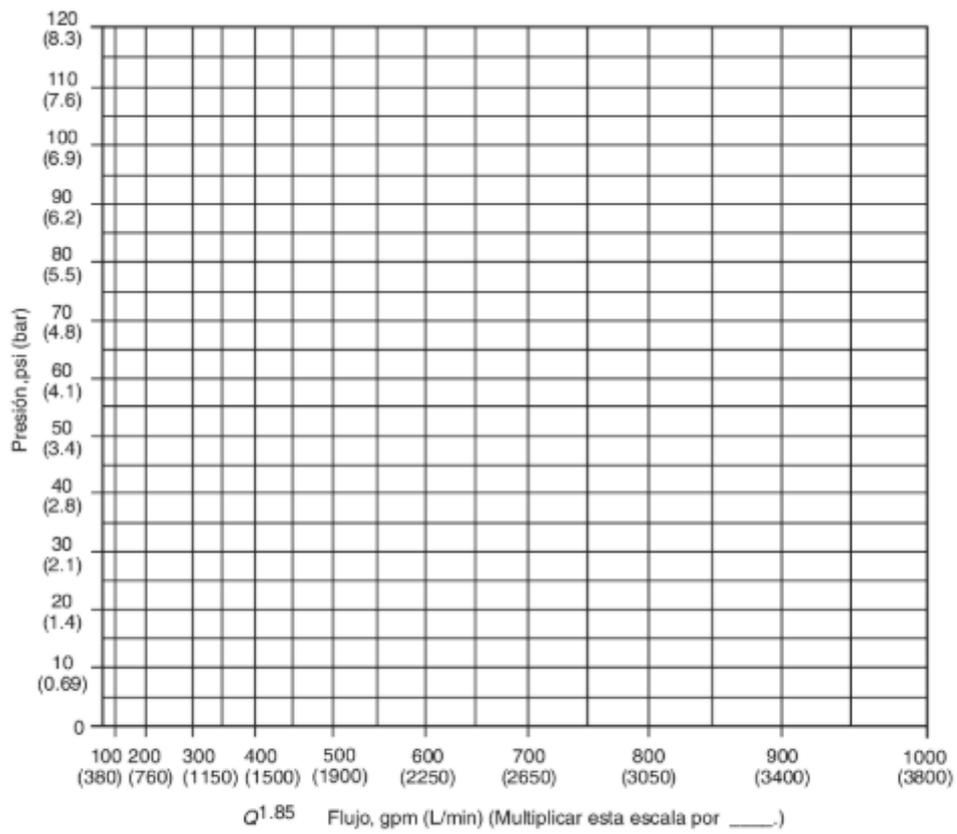


Figura A.27.4.4 Modelo de hoja de gráficos.

17.4 DATOS TÉCNICOS DE LAS SUSTANCIAS.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| TOLUENO | | ICSC: 0078 | |
| | | Octubre 2002 | |
| | Metilbenceno Fenilmetano | Toluol | |
| CAS: | 108-88-3 | $C_6H_5CH_3$ / C_7H_8 |   |
| RTECS: | XS5250000 | Masa molecular: 92,1 | |
| NU: | 1294 | | |
| CE Índice Anexo I: | 601-021-00-3 | | |
| CE / EINECS: | 203-625-9 | | |

| TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN | PELIGROS AGUDOS / SINTOMAS | PREVENCIÓN | PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS |
|------------------------------|--|--|--|
| INCENDIO | Altamente inflamable. | Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. | Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono. |
| EXPLOSIÓN | Las mezclas vapor/aire son explosivas. | Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Evitar la generación de cargas electrostáticas (p. ej., mediante conexión a tierra). NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas. | En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. |

| EXPOSICIÓN | | ¡HIGIENE ESTRICTA! ¡EVITAR LA EXPOSICIÓN DE MUJERES (EMBARAZADAS)! | |
|-------------------|---|--|--|
| Inhalación | Tos. Dolor de garganta. Vértigo. Somnolencia. Dolor de cabeza. Náuseas. Pérdida del conocimiento. | Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. | Aire limpio, reposo. Proporcionar asistencia médica. |
| Piel | Piel seca. Enrojecimiento. | Guantes de protección. | Quitar las ropas contaminadas. Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. Proporcionar asistencia médica. |
| Ojos | Enrojecimiento. Dolor. | Gafas ajustadas de seguridad | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica. |
| Ingestión | Sensación de quemazón. Dolor abdominal. (Ver Inhalación). | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Proporcionar asistencia médica. |

| DERRAMES Y FUGAS | ENVASADO Y ETIQUETADO |
|--|--|
| ¡Evacuar la zona de peligro en caso de grandes derrames! Consultar a un experto en caso de grandes derrames. Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo en el alcantarillado. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Protección personal: equipo autónomo de respiración en caso de grandes derrames. | Clasificación UE Símbolo: F, Xn R: 11-38-48/20-63-65-67 S: (2-)36/37-46-62 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II |
| RESPUESTA DE EMERGENCIA | ALMACENAMIENTO |
| Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-30S1294. Código NFPA: H2; F3; R0; | A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. |
|        | |
| Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2003 | |

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

TOLUENO

ICSC: 0078

DATOS IMPORTANTES

| | |
|---|--|
| <p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO: Líquido incoloro, de olor característico.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS: El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS: Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV: 50 ppm como TWA; (piel); A4 (no clasificable como cancerígeno humano); BEI establecido; (ACGIH 2004). MAK: Riesgo para el embarazo: grupo C; (DFG 2004). LEP UE: 192 mg/m³, 50 ppm como TWA; 384 mg/m³, 100 ppm como STEL (piel) (EU 2006).</p> | <p>VÍAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN: Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. La exposición a altas concentraciones puede producir arritmia cardíaca y pérdida del conocimiento.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA: El líquido desengrasa la piel. La sustancia puede afectar a sistema nervioso central. La exposición a esta sustancia puede potenciar el daño auditivo causado por la exposición a ruido. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.</p> |
|---|--|

PROPIEDADES FÍSICAS

| | |
|--|--|
| <p>Punto de ebullición: 111 °C Punto de fusión: -95 °C Densidad relativa (agua = 1): 0,87 Solubilidad en agua: ninguna Presión de vapor, kPa a 25 °C: 3,8 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,1</p> | <p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20 °C (aire = 1): 1,01 Punto de inflamación: 4 °C c.c. Temperatura de autoignición: 480 °C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,1-7,1 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2,69</p> |
|--|--|

DATOS AMBIENTALES

La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.

ACETONA

ICSC: 0087

Abril 2009

| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>CAS: 67-64-1 RTECS: AL3150000 NU: 1090 CE Índice Anexo I: 606-001-00-8 CE / EINECS: 200-662-2</p> | <p>2-Propanona Dimetil cetona Metil cetona C₃H₆O / CH₃-CO-CH₃ Masa molecular: 58,1</p> |  | |
| TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN | PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS | PREVENCIÓN | PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | Altamente inflamable. | Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. | Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades o dióxido de carbono. |
| EXPLOSIÓN | Las mezclas vapor/aire son explosivas. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido. | Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. NO utilizar aire comprimido para llenar, vaciar o manipular. Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas. | En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. |

| | |
|---|---|
| DERRAMES Y FUGAS | ENVASADO Y ETIQUETADO |
| Eliminar toda fuente de ignición. Ventilar. Protección personal: filtro para gases y vapores orgánicos de bajo punto de ebullición adaptado a la concentración de la sustancia en el aire. NO verterlo en el alcantarillado. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. Eliminarlo a continuación con agua abundante. | Clasificación UE Símbolo: F, Xi R: 11-36-66-67 S: (2-)9-16-26 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquido y vapores muy inflamables. Provoca irritación ocular. |
| RESPUESTA DE EMERGENCIA | ALMACENAMIENTO |
| Código NFPA: H1; F3; R0 | A prueba de incendio. Separado de: Ver Peligros Químicos. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas. |
| <p>Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2009</p> | |

| | |
|---|--|
| <p>ESTADO FÍSICO: ASPECTO Líquido incoloro de olor característico.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo. Posible ignición en punto distante.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS La sustancia puede formar peróxidos explosivos en contacto con oxidantes fuertes tales como ácido acético, ácido nítrico y peróxido de hidrógeno. Reacciona con cloroformo y bromoformo en medio básico, originando peligro de incendio y explosión. Ataca a los plásticos.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 500 ppm como TWA, 750 ppm como STEL. A4 (no clasificable como cancerígeno humano). BEI establecido (ACGIH 2009). LEP UE: 500 ppm, 1210 mg/m³ como TWA (EU 2000). Recomendación del SCOEL disponible.</p> | <p>VÍAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire, sin embargo, más rápidamente por pulverización o cuando se dispersa.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. La exposición a altas concentraciones puede producir disminución del estado de alerta.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA El líquido desengrasa la piel. El contacto repetido puede producir piel seca y agrietada.</p> |
|---|--|

| PROPIEDADES FÍSICAS | |
|--|---|
| <p>Punto de ebullición: 56°C Punto de fusión: -95°C Densidad relativa (agua = 1): 0.8 Solubilidad en agua: miscible. Presión de vapor, kPa a 20°C: 24 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.0</p> | <p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.2 Punto de inflamación: -18°C c.c. Temperatura de autoignición: 465°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2.2-13 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.24 Viscosidad, mm²/s a 40 °C: 0.34</p> |

17.5 TABLAS DE SELECCIÓN.

17.5.1 Selección de material para contenedor de almacenamiento.

Tabla 9.4.3 Tamaño máximo permisible – contenedores, contenedores al granel intermedios (IBCs) y tanques portátiles

| Tipo | Líquidos inflamables | | | Líquidos combustibles | |
|---|----------------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | Clase IA | Clase IB | Clase IC | Clase II | Clase III |
| Vidrio | 0.5 L (1 pt) | 1 L (1 qt) | 5L (1.3 gal) | 5L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Metal | 5 L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Excepto tambores o plástico aprobado | | | | | |
| Tambores de seguridad | 10 L (2.6 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) | 20 L (5.3 gal) |
| Tambor de metal (ej: UN 1A1 o 1A2) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |
| Metal Aprobado | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) |
| Tanques Portátiles e IBCs | | | | | |
| Plástico rígido IBCs (UN31H1 o 31H2) y compuesto IBCs con receptáculo interior rígido (UN31HZ1) | NP | NP | NP | 3000 L (793 gal) | 3000 L (793 gal) |
| Compuesto IBCs con receptáculo interior flexible (UN31HZ2) e IBCs flexible (UN13H, UN13L y UN13M) | NP | NP | NP | NP | NP |
| Bolsa en caja no al granel | NP | NP | NP | NP | NP |
| Polietileno UN 1H1 o como autorice DOT | 5 L (1.3 gal) | 20 L (5.3 gal)* | 20 L (5.3 gal) | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |
| Tambor de fibra NMFC o UFC Tipo 2 A; Tipos 3 A, 3B-H o 3B-L; o Tipo 4 A | NP | NP | NP | 450 L (119 gal) | 450 L (119 gal) |

NP: No permitido para categorías de contenedores así clasificados a menos que se provea un sistema de protección contra incendios desarrollado de acuerdo con 16.3.6 y aprobado para el recipiente específico y protección contra electricidad estática.

17.5.2 Áreas de protección y espaciamiento máximo para rociadores pulverizadores estándar.

Tabla 10.2.4.2.1(a) Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo leve

| Tipo de construcción | Tipo de sistema | Área de protección máxima | | Espaciamiento máximo | |
|--|---------------------------|---------------------------|----------------|---|---|
| | | pie ² | m ² | pie | m |
| No combustible obstruida | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| No combustible obstruida | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, sin miembros expuestos | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, sin miembros expuestos | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Calculado hidráulicamente | 225 | 20 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Cédula de tubería | 200 | 18 | 15 | 4.6 |
| Combustible no obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros | Todos | 130 | 12 | 15 | 4.6 |
| Combustible obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros | Todos | 168 | 16 | 15 | 4.6 |
| Combustible obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros | Todos | 130 | 12 | 15 | 4.6 |
| Espacios ocultos combustibles de acuerdo con 10.2.6.1.4 | Todos | 120 | 11 | 15 en paralelo a la pendiente 10 perpendicular a la pendiente* | 4.6 en paralelo a la pendiente 3.0 perpendicular a la pendiente* |

*Ver 10.2.6.1.4.4.

17.5.3 Clasificación del tipo de rociadores a según la temperatura de trabajo.

Tabla 7.2.4.1 Rangos, clasificaciones y códigos de color de temperatura

| Temperatura máxima del cielorraso | | Rango de temperatura | | Clasificación de temperatura | Código de color | Colores del bulbo de vidrio |
|-----------------------------------|-----|----------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| °F | °C | °F | °C | | | |
| 100 | 38 | 135–170 | 57–77 | Ordinaria | Sin color o de color negro | Naranja o rojo |
| 150 | 66 | 175–225 | 79–107 | Intermedia | Blanco | Amarillo o verde |
| 225 | 107 | 250–300 | 121–149 | Alta | Azul | Azul |
| 300 | 149 | 325–375 | 163–191 | Extra alta | Rojo | Morado |
| 375 | 191 | 400–475 | 204–246 | Muy extra alta | Verde | Negro |
| 475 | 246 | 500–575 | 260–302 | Ultra alta | Naranja | Negro |
| 625 | 329 | 650 | 343 | Ultra alta | Naranja | Negro |

17.5.4 Características de descarga en rociadores

Tabla 7.2.2.1 Identificación de las características de descarga de los rociadores

| Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}] | Factor K nominal [L./min./(bar) ^{1/2}] | Rango del factor K [gpm/(psi) ^{1/2}] | Rango del factor K [L./min./(bar) ^{1/2}] | Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal | Tipo de rosca |
|---|---|---|---|--|--|
| 1.4 | 20 | 1.3–1.5 | 19–22 | 25 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 1.9 | 27 | 1.8–2.0 | 26–29 | 33.3 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 2.8 | 40 | 2.6–2.9 | 38–42 | 50 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 4.2 | 60 | 4.0–4.4 | 57–63 | 75 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 5.6 | 80 | 5.3–5.8 | 76–84 | 100 | ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 8.0 | 115 | 7.4–8.2 | 107–118 | 140 | ¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT |
| 11.2 | 160 | 10.7–11.7 | 159–166 | 200 | ½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 14.0 | 200 | 13.5–14.5 | 195–209 | 250 | ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 16.8 | 240 | 16.0–17.6 | 231–254 | 300 | ¾ pulg. (20 mm) NPT |
| 19.6 | 280 | 18.6–20.6 | 272–301 | 350 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 22.4 | 320 | 21.3–23.5 | 311–343 | 400 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 25.2 | 360 | 23.9–26.5 | 349–387 | 450 | 1 pulg. (25 mm) NPT |
| 28.0 | 400 | 26.6–29.4 | 389–430 | 500 | 1 pulg. (25 mm) NPT |

17.5.5 Selección de tubería en el sector de oficinas.

Tabla 27.5.2.2.1 Cédulas de tubería para riesgo leve

| Acero | | Cobre | | |
|------------------|-----------------|----------|--------|-----------------|
| | | pulg. | mm | |
| 1 pulg. (25 mm) | 2 rociadores | 1 pulg. | 25 mm | 2 rociadores |
| 1¼ pulg. (32 mm) | 3 rociadores | 1¼ pulg. | 32 mm | 3 rociadores |
| 1½ pulg. (40 mm) | 5 rociadores | 1½ pulg. | 40 mm | 5 rociadores |
| 2 pulg. (50 mm) | 10 rociadores | 2 pulg. | 50 mm | 12 rociadores |
| 2½ pulg. (65 mm) | 30 rociadores | 2½ pulg. | 65 mm | 40 rociadores |
| 3 pulg. (80 mm) | 60 rociadores | 3 pulg. | 80 mm | 65 rociadores |
| 3½ pulg. (90 mm) | 100 rociadores | 3½ pulg. | 90 mm | 115 rociadores |
| 4 pulg. (100 mm) | Ver Sección 4.5 | 4 pulg. | 100 mm | Ver Sección 4.5 |

17.5.6 Selección de Hazen-Williams.

Tabla 27.2.4.8.1 Valores C de Hazen-Williams

| Tubería o tubo | Valor C* |
|--|----------|
| De hierro dúctil o fundido sin revestimiento | 100 |
| De acero negro (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa) | 100 |
| De acero negro (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio) | 120 |
| De acero galvanizado (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa) | 100 |
| De acero galvanizado (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio) | 120 |
| De plástico (listado) — todos | 150 |
| De hierro dúctil o fundido con revestimiento de cemento | 140 |
| Tubo de cobre, de latón o acero inoxidable | 150 |
| De asbesto cemento | 140 |
| De concreto | 140 |

*Se permite que la autoridad competente admita otros valores C.

17.5.7 Selección de materiales de tuberías.

Tabla 7.3.1.1 Materiales y dimensiones de tuberías y tubos

| Materiales y dimensiones | Norma |
|--|-----------------|
| Tubería ferrosa s Piping (soldada y sin costura) | |
| <i>Especificación Normalizada para Tuberías de Acero Negro y Revestido en Zinc por Inmersión en Caliente (Galvanizado), Soldadas y Sin Costura para Uso en Protección contra Incendios</i> | ASTM A795/A795M |
| <i>Especificación Normalizada para Tuberías, de Acero, Negro y por Inmersión en Caliente, Revestido en Zinc, Soldadas y Sin Costura</i> | ASTM A53/A53M |
| <i>Tuberías de Acero Forjado Soldadas y Sin Costura</i> | ASME B36.10M |
| <i>Especificación Normalizada para Tuberías de Acero Soldadas por Resistencia Eléctrica</i> | ASTM A135/A135M |
| Tubo de cobre (estirado, sin costura) | |
| <i>Especificación Normalizada para Tuberías de Cobre sin Costura</i> | ASTM B75/B75M |
| <i>Especificación Normalizada para Tuberías de Agua de Cobre sin Costura</i> | ASTM B88 |
| <i>Especificación Normalizada para los Requisitos Generales para Tuberías de Aleaciones de Cobre y de Cobre Forjado sin Costura</i> | ASTM B251 |
| <i>Especificación Normalizada para Fundentes Líquidos y en Pasta para</i> | ASTM B813 |

17.5.8 Tabla para la selección de tubería en el sector de almacenamiento químico.

Tabla A.27.5.4 Cédula de tubería para riesgo extra

| Acero | | Cobre | |
|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| Tamaño [pulg. (mm)] | Cantidad de rociadores | Tamaño [pulg. (mm)] | Cantidad de rociadores |
| 1 (25) | 1 | 1 (25) | 1 |
| 1¼ (32) | 2 | 1¼ (32) | 2 |
| 1½ (40) | 5 | 1½ (40) | 5 |
| 2 (50) | 8 | 2 (50) | 8 |
| 2½ (65) | 15 | 2½ (65) | 20 |
| 3 (80) | 27 | 3 (80) | 30 |
| 3½ (90) | 40 | 3½ (90) | 45 |
| 4 (100) | 55 | 4 (100) | 65 |
| 5 (125) | 90 | 5 (125) | 100 |
| 6 (150) | 150 | 6 (150) | 170 |

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

17.6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ROCIADORES.

Descripción general

Los rociadores montantes (TY315) y colgantes (TY325) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-B descritos en esta hoja de datos son rociadores pulverizadores con respuesta estándar y cobertura estándar decorativos que cuentan con una ampolla de vidrio de 5mm y se encuentran diseñados para instalaciones comerciales de riesgo ligero, ordinario o extraordinario, por ejemplo, bancos, hoteles, centros comerciales, fábricas, refinerías y plantas químicas.

La versión embutida del rociador colgante Serie TY-B se encuentra diseñada para su uso en áreas con un cielo raso acabado. Este rociador colgante embutido usa uno de los siguientes:

- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 15 con ajuste de hasta 5/8 pulgadas (15,9 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.
- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 20 con ajuste de hasta 1/2 pulgada (12,7 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.

El ajuste provisto por la placa embellecedora embutida reduce la exactitud con la cual deben cortarse las gotas de la tubería fija a los rociadores.

Se describen versiones de nivel intermedio de los rociadores Serie TY-B en la Hoja Técnica TFP352. Los dispositivos de protección y blindaje del rociador se describen en la Hoja Técnica TFP780.

IMPORTANTE

Consulte siempre la Hoja Técnica TFP700 para ver el "AVISO PARA EL INSTALADOR" que indica las precauciones que deben tomarse con respecto a la manipulación y el montaje de los sistemas de rociadores y sus componentes. La manipulación y el montaje inadecuados pueden provocar daños permanentes en el sistema de rociadores o en sus componentes y hacer que el rociador no funcione en caso de incendio o se active prematuramente.

AVISO

Los rociadores Tyco Serie TY-B aquí descritos deben instalarse y mantenerse como se indica en este documento de conformidad con las normas vigentes de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios y las normas de cualquier otra autoridad competente. El incumplimiento de este requisito puede afectar el funcionamiento de estos dispositivos.

El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios y sus dispositivos en buen estado de funcionamiento. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o fabricante del rociador.

Número de identificación del rociador (SIN)

TY315 Montante 5,6K, 1/2" NPT
TY325 Colgante 5,6K, 1/2" NPT

Datos Técnicos

Homologaciones

Listados por UL y C-UL
Homologados por FM y VdS
Certificados por CE

Presión máxima de trabajo

175 psi (12,1 bar)
250 psi (17,2 bar)*

* La presión máxima de trabajo de 250 psi (17,2 bar) se aplica solamente al estado confeccionado por Underwriters Laboratories, Inc. (UL).

Coefficiente de descarga

K = 5,6 GPM/psi^{1/2} (80,6 LPM/bar^{1/2})

Temperaturas nominales

135 °F (57 °C)
155 °F (68 °C)
175 °F (79 °C)
200 °F (93 °C)
286 °F (141 °C)
360 °F (182 °C)†

†Homologaciones UL, C-UL y VdS solamente



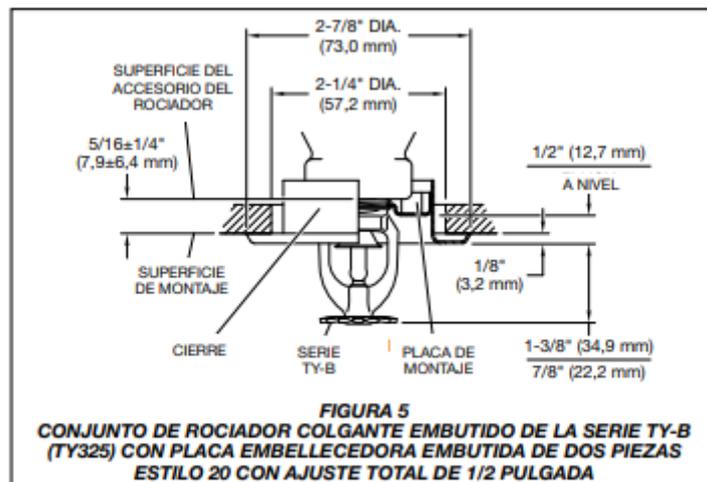
Acabados

Rociador: bronce natural, cromado, blanco puro (RAL 9010) y blanco señales (RAL 9003).

Placa embellecedora embutida: revestimiento blanco, cromado o enchapado en bronce

Características físicas

Cuerpo.....Bronce
Botón.....Bronce/Cobre
Conjunto de selloAcero inoxidable con TEFLON
Ampolla Vidrio
Tornillo de compresión Bronce
Deflector Bronce

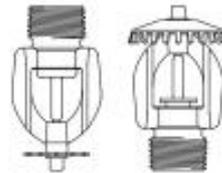


Storage CMDA sprinkler K11.2

The storage Control Mode Density/Area (CMDA) sprinkler refers to a specific type of sprinkler listed for control of fires in storage application. The Extra-Large Orifice (ELO) K11.2 sprinkler provides greater flows at lower pressure than standard or larger orifice sprinklers.



- Certificate: UL Listed / FM Approved
- Standard: ANSI / UL 199
- K factor: K11.2
- Thread: NPT / BSPT
- W. pressure: 175 psi (1.21 MPa)
- Finish: Plain / chrome plated / customized
- Hazard: Light / ordinary / extra



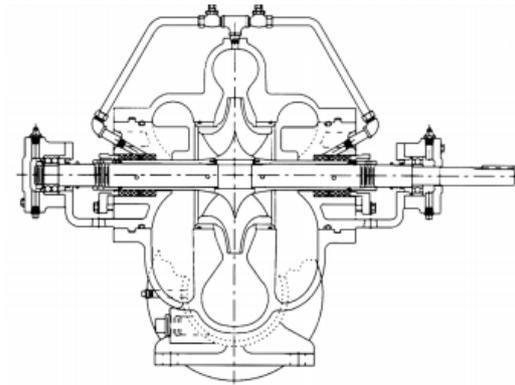
Main parts and material

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Deflector | Bronze | Glass bulb (5/3mm) | Glass with glycerin solution |
| Sealing assembly | Beryllium nickel + Teflon tape | Frame | Die cast brass |

Available size

| Ref. No. | S1930 | S1940 | S1950 | S1960 |
|------------------------|--|--------------|----------------|--------------|
| Deflector type | Pendant | Pendant | Upright | Upright |
| Response | Standard (5mm) | Quick (3mm) | Standard (5mm) | Quick (3mm) |
| K factor | K11.2 (K161) | K11.2 (K161) | K11.2 (K161) | K11.2 (K161) |
| Connecting size | 3/4" (DN20) | 3/4" (DN20) | 3/4" (DN20) | 3/4" (DN20) |
| Temperature | 135°F/57°C, 155°F/68°C, 175°F/79°C, 200°F/93°C, 288°F/141°C | | | |

17.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS LA BOMBA



Tamaño de la Bomba

| |
|------------|
| 3x2x11F-S |
| 6x4x9F |
| 6x4x10F-M |
| 6x4x11F |
| 6x4x12F-M |
| 6x6x9F |
| 8x6x9F |
| 8x6x10F |
| 8x6x12F-S |
| 8x6x12F-M |
| 8x6x13F |
| 8x6x18F |
| 8x8x12F |
| 8x8x17F |
| 10x8x17F-S |
| 10x8x17F-L |
| 10x8x20F-S |
| 10x8x20F-L |
| 12x10x18F |

- = Bombas que utilizan ejes de acero (SAE 4140).
- = Bombas que utilizan Hilo acrílico impregnado de TFE
- = Las carcasas para tamaños de bombas con prefijo "H" se fabrican con hierro dúctil (ASTM A536 Grado 65-45-12) y los pernos de las Juntas de la Carcasa será de Acero (Grado 8).

Serie 8100

| Nombre de la parte | Construcción básica Hierro fundido, impulsor en bronce |
|---|---|
| Tapones de tubo (carcasa) | Latón |
| Líneas de lubricación | Cobre |
| Pernos (manguito del eje) | Acero inoxidable 302 |
| Glándulas de empaquetadura | Bronce (ASTM B584-932) |
| Empaquetadura (Anillos) | Hilo acrílico impregnado de grafito |
| Carcasa | Hierro fundido (ASTM a48 Clase 35A)* |
| Empaque de carcasa (Succión) | Cubierta de Papel (Vellumoid 505) |
| Empaque de carcasa (Descarga) | Cubierta de Papel (Vellumoid 505) |
| Pernos de carcasa | Acero (Grado 5) |
| Pernos de espiga (Carcasa) | Acero |
| Anillos de la carcasa | Bronce (ASTM B584-932) |
| Eje de transmisión | Acero (SAE 1045) |
| Manguito del eje | Bronce (ASTM B584-932) |
| Tuercas del manguito del eje | Bronce (ASTM B584-932) |
| Alojamiento de balero (Interno) | Hierro fundido (ASTM a48 Clase 25A) |
| Alojamiento de balero (Externo) | Hierro fundido (ASTM a48 Clase 25A) |
| Balero (Interno) | Acero |
| Balero (Externo) | Acero |
| Caja prensaestopas (Empaquetadura) | Hierro fundido (ASTM a48 Clase 25A) |
| Deflectores | Hule (Buna "N") |
| Retén (Balero) | Hule (Buna "N") |
| Tuerca de seguridad (Balero) | Acero |
| Arandela de seguridad (Balero) | Acero |
| Tornillos de ajuste | Acero inoxidable 316 |
| Tornillo de presión (Alojamiento de balero) | Acero (Grado 2) |
| Tornillo de presión (Glándula) | Acero (Grado 2) |
| Engrasadores (Baleros) | Acero |
| Tapones de tubo (Alojamiento de balero) | Acero |
| Cuña (impulsor) | Acero |
| Cuña (Cople) | Acero |
| Anillo O (Caja prensaestopas) | Hule (Buna "N") |
| Anillo O (Carcasa) | Hule (Buna "N") |
| Anillo O (Manguito del eje) | Hule (Buna "N") |
| Pernos (Caja prensaestopas) | Acero inoxidable 304 |
| Pernos (Anillo de la carcasa) | Acero inoxidable 304 |
| Impulsor | Bronce (ASTM B584-876) |
| Jaula del Sello | PTFE |





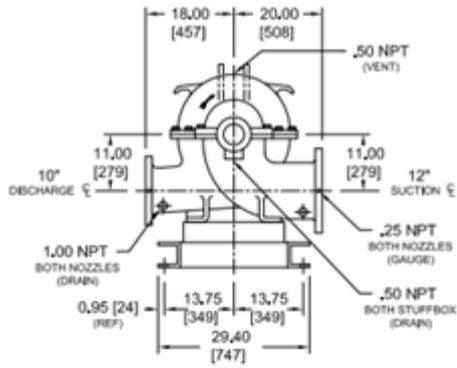
3000 GPM

★

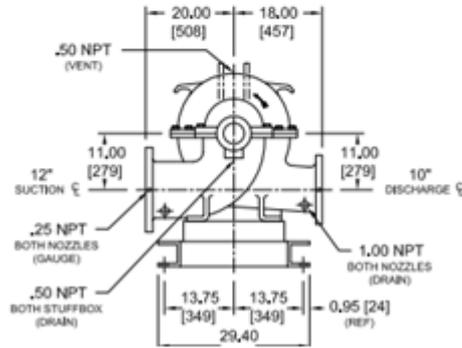
| RATED PSI | PUMP SIZE | SERIES | RPM | MOTOR HP | MAX HP | UL | FM |
|-----------|-----------|--------|------|----------|--------|----|----|
| 70 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 200 | 182 | x | x |
| 75 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 200 | 195 | x | x |
| 80 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 200 | 205 | x | x |
| 85 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 200 | 217 | x | x |
| 90 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 200 | 229 | x | x |
| 95 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 250 | 240 | x | x |
| 100 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 250 | 254 | x | x |
| 105 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 250 | 267 | x | x |
| 110 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 250 | 284 | x | x |
| 115 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 300 | 298 | x | x |
| 120 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 300 | 313 | x | x |
| 125 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 300 | 330 | x | x |
| | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 350 | 367 | x | x |
| 130 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 350 | 379 | x | x |
| 135 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 350 | 393 | x | x |
| 140 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 400 | 407 | x | x |
| 145 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 400 | 421 | x | x |
| 150 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 400 | 434 | x | x |
| 155 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 400 | 447 | x | x |
| 160 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 400 | 459 | x | x |
| 165 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 450 | 471 | x | x |
| 170 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 450 | 483 | x | x |
| 175 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 450 | 493 | x | x |
| 180 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 450 | 509 | x | x |
| 185 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 500 | 522 | x | x |
| 190 | 12x8x21F | 9100 | 1785 | 500 | 544 | x | x |

Seleccionada:

| | | | | | | | |
|-----|-----------|------|------|-----|-----|---|---|
| 125 | 12x10x18F | 8100 | 1785 | 300 | 330 | x | x |
|-----|-----------|------|------|-----|-----|---|---|



CW ROTATION VIEWED FROM COUPLING END



(H)12x10x18F - 8100 SERIES



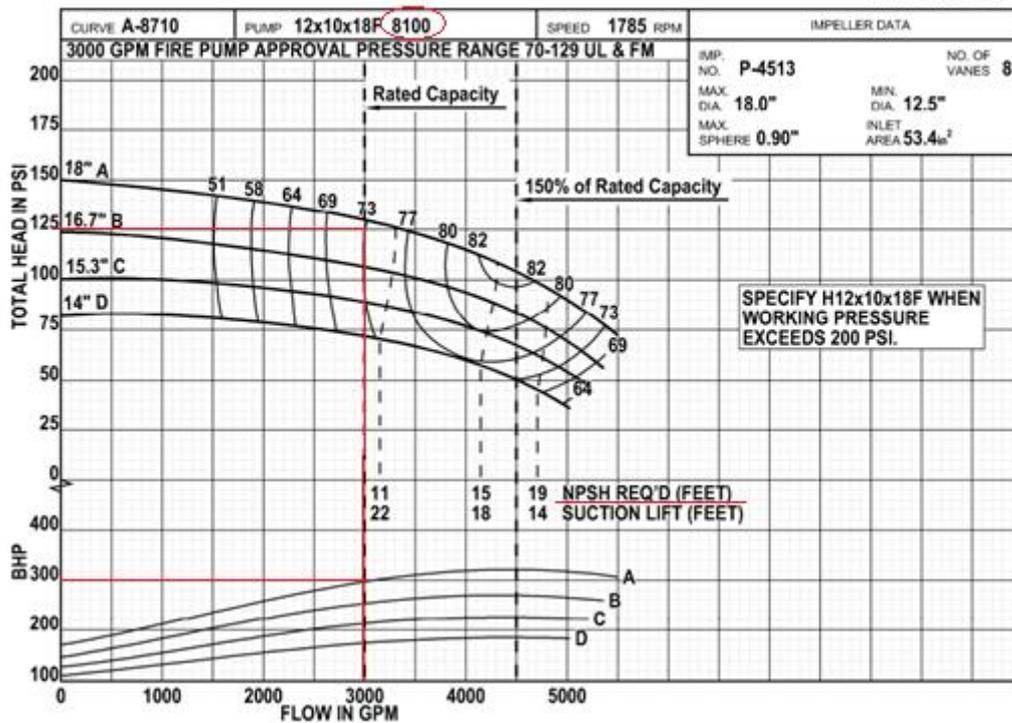
PERFORMANCE CURVES

FP 2.0

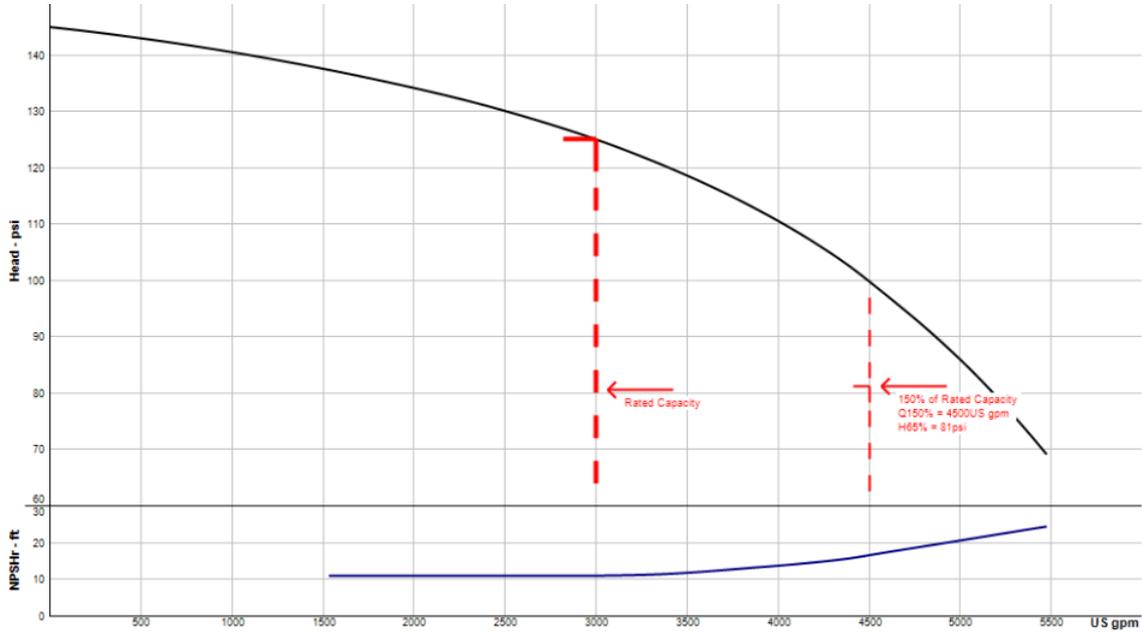
3000 GPM

OCTOBER 2012

SUPERSEDES ALL PREVIOUS ISSUES



Curves show performance with clear water at 65°F. If specific gravity is other than 1.0, BHP must be corrected.



Pump Selection Summary

| | | | |
|------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Pump Capacity | 3000 US gpm | RPM | 1785 |
| Pump Head | 125 psi | Impeller Diameter | 17.752 in |
| Duty point Power | 300 bhp | Motor HP | |
| Fluid Type | Water | Fluid Temperature | 85 °F |
| Max BHP | 330 hp | | |

"H" PREFIX INDICATES HIGH PRESSURE CASING

Supersedes all previous issues

| | | | |
|--------|------|-----------|------------|
| PUMP | SIZE | 12x10x18F | H12x10x18F |
| | TYPE | 8100 | 8100 |
| STAGES | | 1 | 1 |

CASING DESIGN

| | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|--|
| FLANGE RATING | SUCTION | 125 | 250 |
| | DISCHARGE | 125 | 250 |
| CASING MATERIAL | | CAST IRON ASTM A48 CLASS 35 | DUCTILE IRON ASTM A536 GR 65-45-12 |
| MAX DISCHARGE PRESSURE (PSIG) | | 200 | 375 |
| MAX SUCTION PRESSURE (PSIG) | | 100 | 200 |
| MAX HYDROSTATIC PRESSURE (PSIG) | | 345 | 563 |
| CASING WALL THICKNESS | | 0.56 | 0.56 |

STUFFING BOX DESIGN

| | | |
|--------------------------------|---------|---------|
| BORE | 3.75 | 3.75 |
| DEPTH | 3.62 | 3.62 |
| PACKING: # RINGS / SIZE SQUARE | 5 / .50 | 5 / .50 |
| SEAL CAGE WIDTH | 0.94 | 0.94 |
| SHAFT SLEEVE O.D. | 2.75 | 2.75 |

IMPELLER DESIGN

| | | |
|--|-----------|-----------|
| # OF VANES | 8 | 8 |
| INLET AREA (IN ²) | 53.40 | 53.40 |
| MAX DIAMETER | 18.00 | 18.00 |
| MIN DIAMETER | 12.50 | 12.50 |
| MAX SPHERE | 0.90 | 0.90 |
| WR ² FOR MAX DIA (LBS-FT ²) | 24.20 | 24.20 |
| WEAR RING CLEARANCE - DIAMETRICAL | .015-.017 | .015-.017 |

SHAFT AND BEARING DATA

| | | | |
|-------------------------|----------------|--------|--------|
| DIA THRU IMPELLER | | 2.437 | 2.437 |
| DIA THRU SLEEVE | | 2.374 | 2.374 |
| DIA AT COUPLING | | 1.625 | 1.625 |
| SHAFT SPAN - BRG TO BRG | | 29.90 | 29.90 |
| BALL BEARING | INBOARD BRG # | 6309 | 6309 |
| | DIA THRU BRG | 1.7500 | 1.7500 |
| | OUTBOARD BRG # | 5308 | 5308 |
| | DIA THRU BRG | 1.5753 | 1.5753 |
| FRAME NUMBER | | F20-E4 | F20-E4 |
| INSTRUCTION BOOK | | AC6102 | AC6102 |

SINGLE WALL FUEL TANK

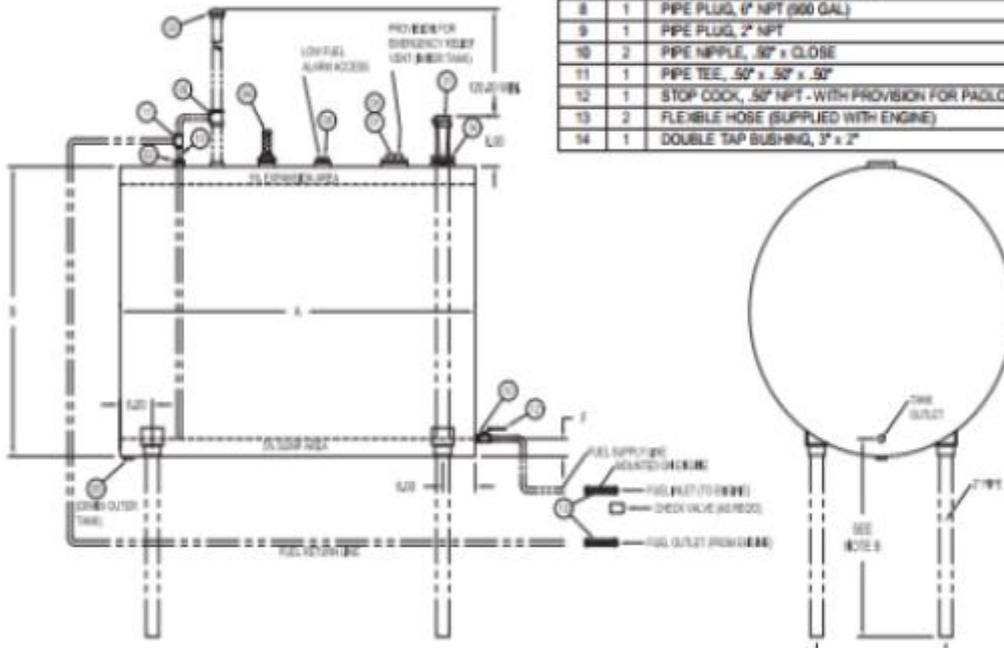
CAPACITY 150, 300, 500, 700, & 900 GAL
TYPE SINGLE WALL, ABOVEGROUND, HORIZONTAL
MATERIAL MILD CARBON STEEL
TEST 5 PSI
MIN GAUGE ATM HEADS: 10 GA
 SHELL: 10 GA
PAINT INTERIOR: NONE EXTERIOR: PRIMED
CONSTRUCTION FLAT FLANGED HEADS LAP, WELD ALL EXTERIOR SEAMS ONLY
APPROVAL UL 142

NOTES

- (A) ITEMS DISPLAYED IN PHANTOM LINES FURNISHED BY OTHERS TO CONFORM TO INDIVIDUAL JOB REQUIREMENTS
- (B) INSTALL TANK IN ACCORDANCE WITH REQUIREMENTS OF LOCAL AUTHORITIES. ARRANGE TANK AS CLOSE TO ENGINE AS POSSIBLE AND LOCATE TANK OUTLET ABOVE FUEL PUMP CENTERLINE
- (C) PITCH TANK TOWARD DRAIN .25" PER FOOT
- (D) FOR PROPER FUEL SUPPLY AND RETURN SIZE SEE ENGINE MANUFACTURER'S RECOMMENDATION

| TANK SIZE (GAL) | A | B | C | F | WT |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|-----|
| | | 38.00 (914.2) | 51.00 (1300.2) | | 300 |
| 300 | 48.00 (1219.2) | 42.00 (1066.8) | 28.00 (711.2) | 3.00 (76.2) | 275 |
| 500 | 68.00 (1727.2) | | | | 300 |
| 700 | 90.00 (2286) | 48.00 (1219.2) | 30.00 (762) | 4.50 (114.3) | 500 |
| 900 | 113.00 (2870.2) | | | | 675 |

| ITEM | QTY | DESCRIPTION |
|------|-----|--|
| 1 | 1 | 2" FILL CAP - WITH PROVISIONS FOR PADLOCK, COMBINED WITH REMOVABLE STRAINER (MAX. 86 MESH) |
| 2 | 1 | DOUBLE TAP BUSHINGS, 1" x .50" |
| 3 | 1 | VENT CAP, 2.0" NPT |
| 4 | 1 | DIRECT READING TANK GAUGE, 2" NPT |
| 5 | 1 | PIPE PLUG, 1" NPT |
| 6 | 1 | PIPE TEE, 2.0" x 2.0" x .50" |
| 7 | 1 | PIPE PLUG, 4" NPT (150 - 700 GAL) |
| 8 | 1 | PIPE PLUG, 6" NPT (900 GAL) |
| 9 | 1 | PIPE PLUG, 2" NPT |
| 10 | 2 | PIPE NIPPLE, .50" x CLOSE |
| 11 | 1 | PIPE TEE, .50" x .50" x .50" |
| 12 | 1 | STOP COCK, .50" NPT - WITH PROVISION FOR PADLOCK |
| 13 | 2 | FLEXIBLE HOSE (SUPPLIED WITH ENGINE) |
| 14 | 1 | DOUBLE TAP BUSHING, 3" x 2" |



17.8 CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA AUXILIAR.



DIMENSIONS AND ENGINEERING DATA
VERTICAL MULTI STAGE JOCKEY PUMPS
e-SV SERIES

FP 4.0
PAGE 305

SEPT 2013

5SV (e-SV) 60 Hz 3500 RPM

SUPERSEDES ALL PREVIOUS ISSUES

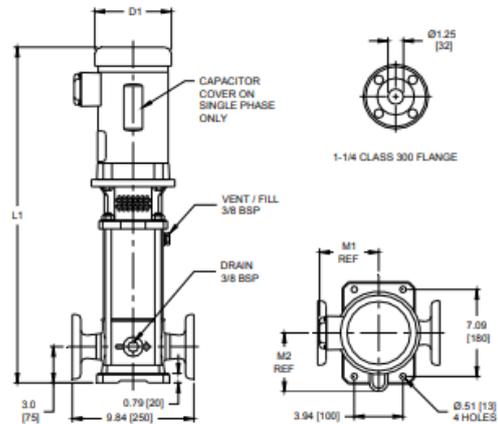
| | |
|----------------------------------|---|
| CONSTRUCTION: | 304 STAINLESS STEEL |
| NOMINAL FLOW: | 30 GPM |
| CAPACITIES: | 7 - 45 GALLONS PER MINUTE |
| HEADS: | 17 - 422 PSI TDH |
| STAGING: | 2 - 30 |
| MINIMUM FLOW: | 7 GPM |
| MAXIMUM WORKING PRESSURE: | 380 PSI (25 BAR) FOR THE ANSI FLANGE VERSION |
| TEMPERATURES: | STANDARD LIQUID TEMPERATURES FROM -20°F TO 250°F (-30°C TO 120°C) |

MOTOR

- STANDARD NEMA TC FRAME MOTORS IN OPEN DRIP PROOF OR TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED ENCLOSURES.
- STANDARD VOLTAGE:
 - SINGLE PHASE: 115-208/230V UP TO 3 HP OR 208-230V FOR 5 HP
 - THREE PHASE, 2 POLE: 208-230/460V, 60 HZ UP TO 75 HP

| COMPONENT | MATERIAL |
|--------------------------|---|
| PUMP BODY | AISI 304 STAINLESS STEEL |
| IMPELLER | AISI 304 STAINLESS STEEL |
| DIFFUSER | AISI 304 STAINLESS STEEL |
| CASING | AISI 316L STAINLESS STEEL |
| SHAFT | AISI 316 STAINLESS STEEL |
| ADAPTER | ASTM CLASS 35/40B CAST IRON |
| BASE | A384.0-F ALUMINUM |
| COUPLING | A384.0-F ALUMINUM |
| SEAL PLATE | AISI 316L STAINLESS STEEL |
| ELASTOMERS | VITON (OPT. EPDM) |
| COUPLING GUARD | AISI 304 STAINLESS STEEL |
| SHAFT SLEEVE AND BUSHING | TUNGSTEN CARBIDE |
| FILL/DRAIN PLUGS | AISI 316 STAINLESS STEEL |
| TIE RODS | A29 GR. 1045 CARBON STEEL / ZINC PLATED |
| WEAR RING | PPS |
| SEAL GLAND | AISI 316 STAINLESS STEEL |

| MECHANICAL SEAL | ROTATING FACE 1 | STATIONARY FACE 2 | ELASTOMERS 3 |
|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| CODE NO. | 0 | CARBON | SILICON CARBIDE GRAPHITE FILLED |
| | | | VITON |



| STAGE | MOTOR | | | | | DIMENSIONS (IN.) | | | | | | | | WEIGHT (LBS.) | | | | |
|-------|-------|------------|--------|---------|---------|------------------|--------|---------|---------|----------|-----------|--------|---------|---------------|--------------|--------|---------|--------|
| | HP | NEMA FRAME | | | | L1 | | | | M (REF.) | D1 (MAX.) | | | | PUMP & MOTOR | | | |
| | | ODP 1φ | ODP 3φ | TEFC 1φ | TEFC 3φ | ODP 1φ | ODP 3φ | TEFC 1φ | TEFC 3φ | | TEFC 1φ | ODP 1φ | TEFC 3φ | ODP 3φ | TEFC 1φ | ODP 1φ | TEFC 3φ | ODP 3φ |
| 4 | 1 1/2 | 56C | | | | 22.40 | 22.92 | 21.64 | 5.74 | 7.19 | 6.19 | | | | 70 | 62 | 53 | 53 |
| 6 | 2 | 56C | | | | 24.49 | 25.37 | 24.10 | 5.74 | 7.19 | | 6.19 | | 84 | 76 | 66 | 65 | |
| 8 | 3 | 56C | | | | 26.85 | 26.46 | 28.72 | 26.44 | 5.75 | 7.19 | 6.62 | 7.19 | 7.16 | 99 | 84 | 79 | 76 |
| 10 | | | | | | 28.42 | 28.03 | 30.29 | 28.01 | 5.75 | | | | | 101 | 86 | 81 | 78 |
| 12 | 5 | 184TC | 182TC | 184TC | 32.36 | 30.98 | 33.86 | 32.36 | 6.87 | 8.86 | 8.88 | 8.86 | 9.02 | 134 | 123 | 111 | 104 | |
| 14 | | | | | 34.32 | 32.94 | 35.82 | 34.32 | 6.87 | | | | | 137 | 126 | 114 | 107 | |
| 16 | | | | | 38.26 | 36.88 | 39.76 | 38.26 | 6.87 | | | | | 139 | 128 | 116 | 109 | |
| 18 | 7 1/2 | 213TC | 184TC | 213TC | 184TC | 39.79 | 39.84 | 41.44 | 41.34 | 8.05 | 10.62 | 8.89 | 8.86 | 8.88 | 170 | 150 | 135 | 125 |
| 20 | | | | | | 40.58 | 40.63 | 42.23 | 42.13 | 8.05 | | | | | 173 | 153 | 138 | 128 |

17.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TUBERÍAS.



Product standard: ERW ASTM A53
Specification: O.D \varnothing 21.30 - \varnothing 219.10 mm
Wall thickness: 2.11 - 4.78 mm
Anticorrosive: Hot Galvanized, Powder Coating, Painting
Ends: Plain, Grooved, Threaded, Beveled

ERW ASTM A53

| N.D | | O.D | | SCH40 | | | |
|-----|-------|--------|--------|----------------|-------|----------------|--------|
| | | | | WALL THICKNESS | | NOMINAL WEIGHT | |
| mm | Inch | mm | Inch | mm | Inch | Kg/mtrs | lbs/ft |
| 15 | 1/2 | 21.30 | 0.840 | 2.77 | 0.109 | 1.27 | 0.85 |
| 20 | 3/4 | 26.70 | 1.050 | 2.87 | 0.113 | 1.69 | 1.13 |
| 25 | 1 | 33.40 | 1.315 | 3.38 | 0.133 | 2.50 | 1.68 |
| 32 | 1-1/4 | 42.20 | 1.660 | 3.56 | 0.140 | 3.39 | 2.27 |
| 40 | 1-1/2 | 48.30 | 1.900 | 3.68 | 0.145 | 4.05 | 2.72 |
| 50 | 2 | 60.30 | 2.375 | 3.91 | 0.154 | 5.45 | 3.66 |
| 65 | 2-1/2 | 73.00 | 2.875 | 5.16 | 0.203 | 8.64 | 5.80 |
| 80 | 3 | 88.90 | 3.500 | 5.49 | 0.216 | 11.29 | 7.58 |
| 100 | 4 | 114.30 | 4.500 | 6.02 | 0.237 | 16.09 | 10.80 |
| 150 | 6 | 168.30 | 6.625 | 7.11 | 0.280 | 28.29 | 18.99 |
| 200 | 8 | 219.10 | 8.625 | 8.18 | 0.277 | 36.82 | 24.72 |
| 250 | 10 | 273.00 | 10.750 | 9.27 | 0.365 | 60.29 | 40.48 |
| 300 | 12 | 323.80 | 12.750 | 10.31 | 0.406 | 79.70 | 53.52 |

17.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE GABINETE

ARMOUR FIRE HOSE CABINETS

170 Series

For use with fire hose rack assembly, fire extinguisher & fire dept valve

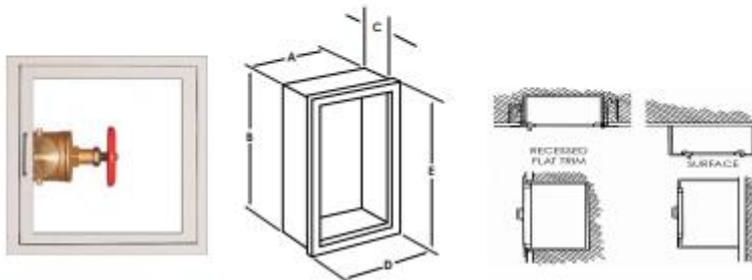
Cabinets will accommodate a single 1 1/2" or 2 1/2" fire hose rack assembly and 2 1/2" fire dept valve with cap and chain and a portable fire extinguisher.

Standard Equipment

- Heavy gauge steel construction tub, door and trim
- Steel, white or red epoxy powder coated or oven enamelled paint
- Stainless steel option
- Continuous steel piano hinge
- Keyed cylinder lock option
- Clear acrylic panel

| CAT# | DESCRIPTION |
|-------------|--|
| AR-170-ST-W | Cabinet for 2 1/2" Angle Valve, Steel, White, Surface |
| AR-170-ST-R | Cabinet for 2 1/2" Angle Valve, Steel, Red, Surface |
| AR-170-SS | Cabinet for 2 1/2" Angle Valve, Stainless Steel, Surface |
| AR-171-ST-W | Cabinet for 2 1/2" Angle Valve, Steel, White, Recessed |

| MODEL | VALVE CAP | INSIDE BOX DIMENSIONS | | | OVERALL OUTSIDE DIMENSION | |
|--------------------|------------------------|-----------------------|--------|--------|---------------------------|------|
| | | A | B | C | D | E |
| AR-170 SURFACE | 1-1/2" OR 2-1/2" | 55.5cm | 55.5cm | 19.5cm | 58cm | 58cm |
| AR-171 RECESSED | | 55.5cm | 55.5cm | 19.5cm | 61cm | 61cm |

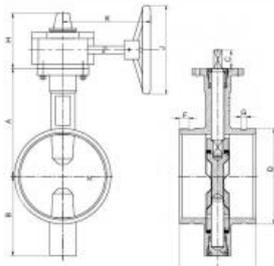


17.11 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE VÁLVULAS

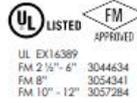
ARMOUR BUTTERFLY VALVES GD-381FP



Specification: The GD-381FP Butterfly Valve is an indicating type valve designed and listed for use in fire protection systems. This valve is rated for a maximum working pressure of 300 psi (20 bar) and provide a visual indication as to whether the valve is open or closed. It is provided with factory installed supervisory switch monitoring the valve in the open or closed position. Ends are grooved according to ASME B16.1.



| NOMINAL SIZE | A | B | C | D | E | F | G | H | K | J | L |
|--------------|-----|-----|----|----------------|----------------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| 2" | 125 | 95 | 32 | 60.3 | 54.7 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 88.2 |
| 2-1/2" | 125 | 95 | 32 | 7.3 76.1 | 69.1 72.3 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 96.4 |
| 3" | 140 | 100 | 32 | 88.9 | 84.9 | 15.9 | 7.9 | 111 | 153 | 152 | 97 |
| 4" | 160 | 100 | 32 | 114.3 | 110.1 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 152 | 115.1 |
| 5" | 170 | 125 | 32 | 139.7 141.3 | 135.5 137 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 152 | 132.4 |
| 6" | 190 | 140 | 32 | 165.1 168.3 | 160.7 164 | 15.9 | 9.5 | 111 | 153 | 200 | 132.4 |
| 8" | 230 | 175 | 32 | 216.9 219.1 | 211.6 214.6 | 19 | 11.1 | 126 | 210 | 300 | 147.4 |
| 10" | 280 | 200 | 45 | 267.4 273 | 262.8 268.3 | 19 | 12.7 | 126 | 210 | 300 | 159 |
| 12" | 300 | 240 | 45 | 316.4 324 | 312.9 318.3 | 19 | 12.7 | 161 | 252 | 350 | 165 |

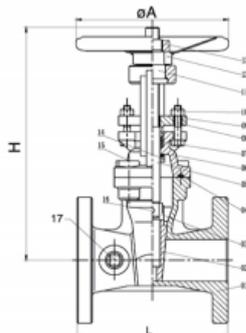


ARMOUR FLANGED END GATE VALVES Z41



Material specifications

| Part | Specification | American standard |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Nominal pressure | 300PSI (21 bar) | |
| Working temperature | 0°C +100°C | |
| Flange standard | | ANSI 125 |
| Coating | Epoxy | |
| Body | Ductile iron | ASTM A-536, grade 65-45-12 |
| Disc | Ductile iron + EPDM | ASTM A-536, grade 65-45-12 + EPDM |
| Stem | S.S.304 | ASTM A-276 |
| Sealing Kits | PTFE | ASTM D4745 |
| Handwheel | Steel | ANSI 1045 |
| Plug | Cast bronze | ASTM B62 |



| NOMINAL SIZE | L | H | ØA |
|--------------|-----|------|-----|
| 2" | 178 | 280 | 180 |
| 2-1/2" | 190 | 310 | 220 |
| 3" | 203 | 370 | 250 |
| 4" | 229 | 428 | 280 |
| 5" | 254 | 532 | 300 |
| 6" | 267 | 590 | 350 |
| 8" | 292 | 735 | 380 |
| 10" | 330 | 908 | 450 |
| 12" | 356 | 1150 | 450 |



17.12 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SOPORTERÍA.



www.tolco.com

Revision 8/5/2010

Fig. 2 — Adjustable Band Hanger
Fig. 2NFPA — Adjustable Band Hanger with Reduced Rod



Size Range — Size 2½" thru 6" pipe.

Material — Carbon Steel, Pre-Galvanized

Function — Recommended for the suspension of non-insulated pipe or insulated pipe with Fig. 220 shield.

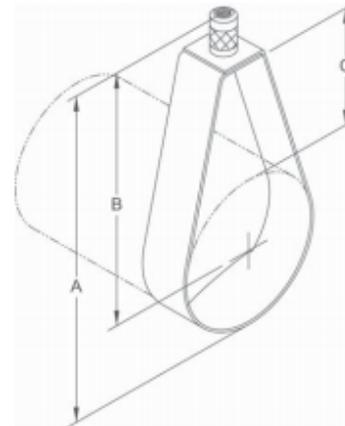
Fig. 2NFPA accommodates the reduced rod schedule of the National Fire Protection Association Pamphlet 13.

Approvals — Factory Mutual Engineering approved. Underwriters Laboratories Listed. Conforms to Federal Specification WW-H-171E, Type 10 and Manufacturers Standardization Society SP-58, Type 10.

Finish — Pre-Galvanized

Note — Available in Stainless Steel materials.

Order By — Figure number, pipe size and material



Dimensions • Weights

| Pipe Size | Rod Size | A | B | C | Max. Rec. Load Lbs. | Approx Wt./100 | |
|-----------|----------|----|----|----|---------------------|----------------|------------|
| | | | | | | Fig. 2 | Fig. 2NFPA |
| 2½ | 1/2" | 5¼ | 4¼ | 1½ | 600 | 41 | 40 |
| 3 | 1/2" | 6 | 4½ | 1¾ | 600 | 45 | 43 |
| 3½ | 1/2" | 7¾ | 5¼ | 2½ | 600 | 52 | 50 |
| 4 | 5/8" | 7¾ | 5 | 1¾ | 1000 | 59 | 56 |
| 5 | 5/8" | 9 | 6½ | 2¼ | 1250 | 97 | 95 |
| 6 | 3/4" | 9¾ | 6½ | 1¾ | 1250 | 139 | 105 |

* 3/8" nut is used when NFPA rod sizing is requested.

** 1/2" nut is used when NFPA pipe sizing is requested.

Fig. 61T - Bar Joist Hanger



Size Range — 3/8" thru 1/2" rod sizes

Material — Carbon Steel

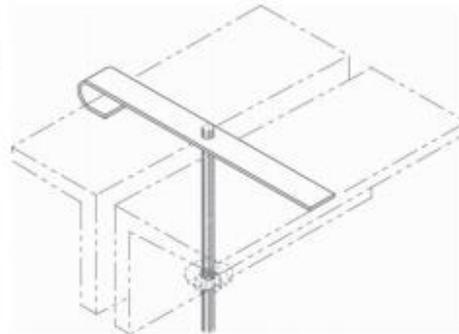
Function — Designed to hook on top chord of metal bar joist. Hanger rod is threaded into product and secured with a washer and nut.

Approvals — Underwriters' Laboratories Listed in the USA (UL) and Canada (cUL) for up to 4" pipe with 3/8" rod, up to 6" pipe with 1/2" rod.

Finish — Plain

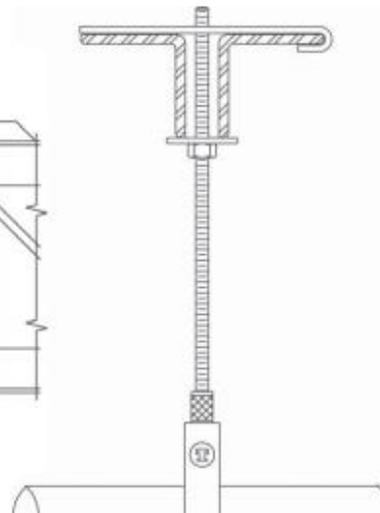
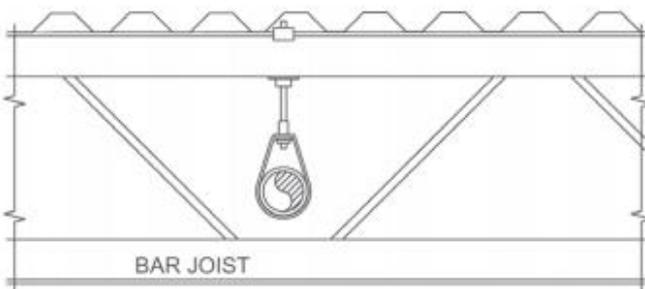
Note — Available in Electro-Galvanized and HDG finish or Stainless Steel materials.

Order By — Figure number, rod size, width and thickness of bar joist. Threaded hole will be center of that width.



Dimensions

| Pipe Size | Rod Size | Max. Rec. Load Lbs. |
|-----------|----------|---------------------|
| Up to 4 | 3/8 | 300 |
| 6 | 1/2 | 600 |



17.13 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EXTINTOR.

Technical Data: BADGER Brigade Carbon Dioxide Cartridge Operated Models

| MODEL | B-10-PK | B-10-A | B-20-RG | B-20-PK | B-20-PK-HF | B-20-A | B-20-A-HF | B-30-RG | B-30-PK | B-30-PK-HF | B-30-A | B-30-A-HF |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| PART NUMBER | 466523 | 466521 | 466528 | 466529 | 466565 | 466527 | 466564 | 466539 | 466534 | 466567 | 466533 | 466566 |
| CAPACITY (lb.) | 10.5 | 10.65 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 29 | 28.5 | 28.5 | 25 | 25 |
| CAPACITY (kg) | 4.76 | 4.83 | 10.43 | 9.98 | 9.98 | 9.53 | 9.53 | 13.15 | 12.93 | 12.93 | 11.34 | 11.34 |
| UL FIRE RATING | 60-B-C | 4-A-40-B-C | 60-B-C | 80-B-C | 20-B-C | 10-A-60-B-C | 2-A-40-B-C | 120-B-C | 120-B-C | 40-B-C | 10-A-80-B-C | 3-A-40-B-C |
| AGENT TYPE | Purple K | ABC | Regular | Purple K | Purple K | ABC | ABC | Regular | Purple K | Purple K | ABC | ABC |
| CYLINDER MATERIAL | Steel |
| VALVE MATERIAL | n/a |
| HANDLE/LEVER MATERIAL | n/a |
| EXPPELLANT CARTRIDGES | CO ₂ |
| Operating Pressure @ 70° F | n/a |
| TEMPERATURE RANGE (° F) | -40 to 120 |
| TEMPERATURE RANGE (° C) | -40.0 to 48.9 |
| AGENT FLOW RATE (lb/sec) | 0.55 | 0.58 | 1.14 | 1 | 2.04 | 1.83 | 1.61 | 1.02 | 0.98 | 2.18 | 0.77 | 1.88 |
| AGENT FLOW RATE (kg/sec) | 0.25 | 0.26 | 0.52 | 0.45 | 0.93 | 0.47 | 0.73 | 0.46 | 0.45 | 0.99 | 0.35 | 0.85 |
| NOM. DISCHARGE TIME (sec) | 17 to 20 | 17 to 20 | 20 to 26 | 20 to 26 | 12 | 20 to 24 | 15 | 26 to 31 | 26 to 31 | 14 | 29 to 35 | 15 |
| DISCHARGE RANGE (ft.) | 15 to 25 | 15 to 25 | 15 to 30 | 15 to 35 |
| DISCHARGE RANGE (m) | 4.57 to 7.62 | 4.57 to 7.62 | 4.57 to 9.14 | 4.57 to 10.67 |
| UNIT HEIGHT (in.) | 18.25 | 18.25 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 |
| UNIT HEIGHT (cm) | 46.36 | 46.36 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 | 59.94 |
| UNIT WIDTH (in.) | 9.5 | 9.5 | 11.25 | 11.25 | 11.25 | 11.25 | 11.25 | 12.25 | 12.25 | 12.25 | 12.25 | 12.25 |
| UNIT WIDTH (cm) | 24.13 | 24.13 | 28.58 | 28.58 | 28.58 | 28.58 | 28.58 | 31.12 | 31.12 | 31.12 | 31.12 | 31.12 |
| UNIT DEPTH (in.) | 5.12 | 5.12 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 6.25 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| UNIT DEPTH (cm) | 13 | 13 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 18.29 | 18.29 | 18.29 | 18.29 | 18.29 |
| SHIPPING WEIGHT (lb.) | 25.5 | 25.5 | 47.5 | 46.5 | 46.5 | 45.5 | 45.5 | 55 | 54.5 | 54.5 | 51 | 51 |
| SHIPPING WEIGHT (kg) | 11.57 | 11.57 | 21.55 | 21.09 | 21.09 | 20.64 | 20.64 | 24.95 | 24.72 | 24.72 | 23.13 | 23.13 |
| USCG APPROVAL | Type BC Size II | Type A Size II | Type BC Size II | Type BC Size II | Type BC Size II | Type A Size II | Type A Size II | Type BC Size II | Type BC Size II | Type BC Size II | Type A Size II | Type A Size II |
| USCG BRACKET | B-10 Optional | B-10 Optional | B-20 Optional | B-20 Optional | B-20 Optional | B-20 Optional | B-20 Optional | B-30 Optional | B-30 Optional | B-30 Optional | B-30 Optional | B-30 Optional |

This information is subject to change without notice. Badger Fire Protection disclaims any liability for any errors or misinterpretations of the information contained therein. Contact Badger Fire Protection for your local distributor for assistance.

Distributed by:

Badger Fire Protection
944 Glenwood Station Lane, Suite 303
Charlottesville, VA 22901
Tel: 434.964.3200 • Fax: 434.964.3202
www.badgerfire.com



SS B-018 January 2012
All Rights Reserved.

A UTC Fire & Security Company

17.14 DETALLE DE INSTALACIÓN DE TANQUE.

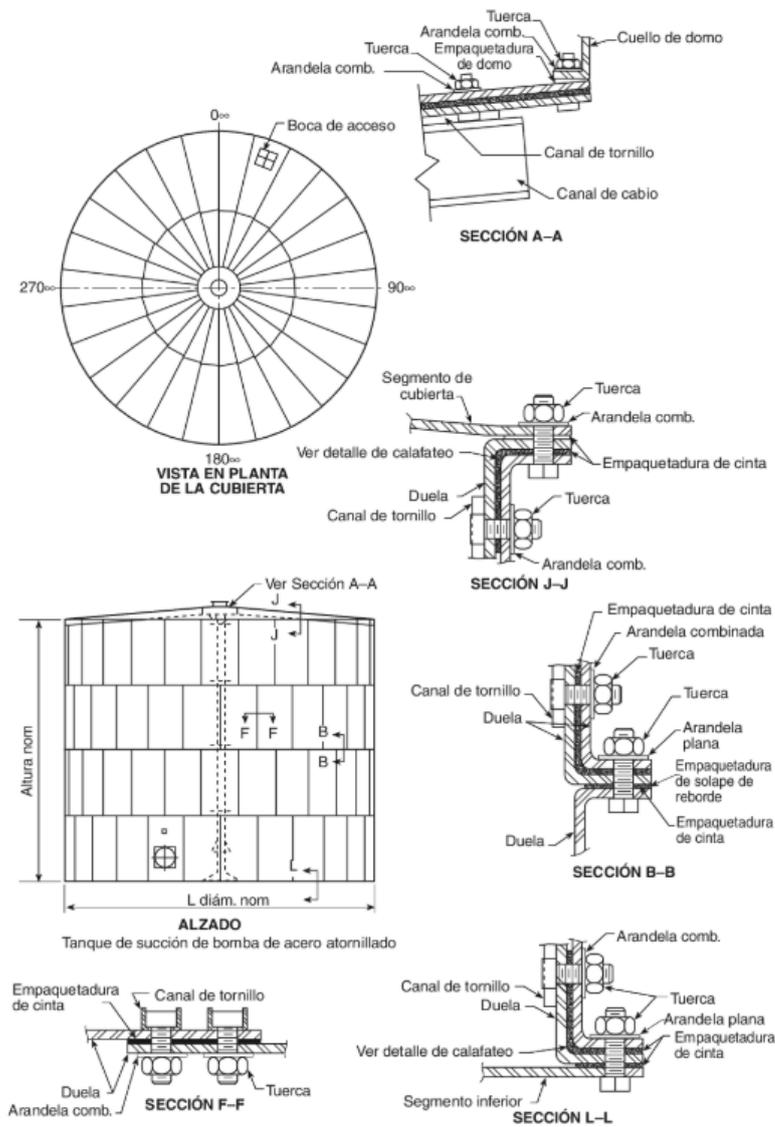


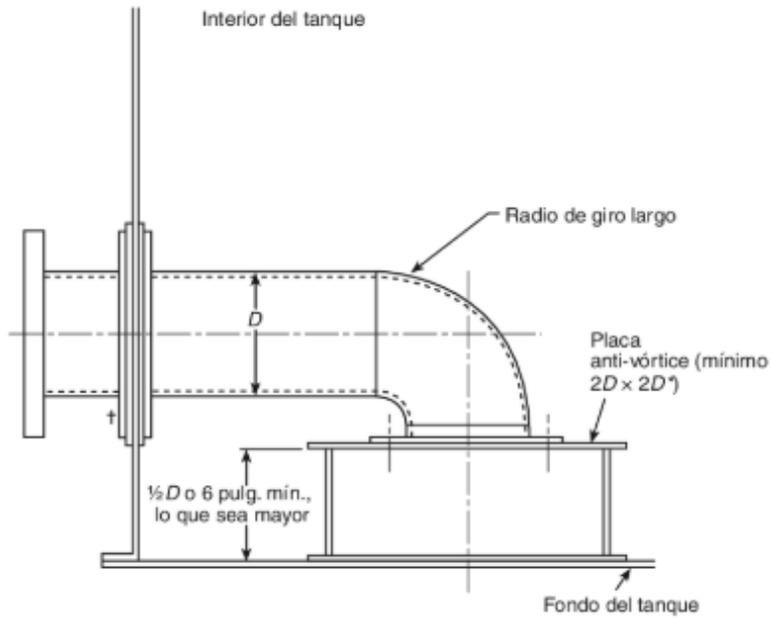
Figura B.1(n) Tanque de acero atornillado con juntas embridadas.

Fuente: NFPA22,2018

Tank Capacity List

| Height (m) | 2.40 | 3.60 | 4.80 | 6.00 | 7.20 | 8.40 | 9.60 | 10.80 | 12.00 | 13.20 | 14.40 | 15.60 | 16.80 | 18.00 | 19.20 | 24.00 |
|------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dia. (m) | Gross Volume (m ³) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.82 | 27 | 41 | 55 | 69 | 82 | 96 | 110 | 124 | 137 | 151 | 165 | 179 | 192 | 206 | 220 | 275 |
| 4.58 | 40 | 58 | 79 | 99 | 119 | 138 | 158 | 178 | 196 | 217 | 237 | 257 | 277 | 296 | 316 | 395 |
| 5.35 | 54 | 81 | 108 | 135 | 162 | 189 | 216 | 243 | 270 | 297 | 324 | 351 | 377 | 404 | 431 | 539 |
| 6.11 | 70 | 106 | 141 | 176 | 211 | 246 | 281 | 317 | 352 | 387 | 422 | 457 | 492 | 528 | 563 | 703 |
| 6.88 | 89 | 134 | 178 | 223 | 268 | 312 | 357 | 401 | 446 | 490 | 535 | 580 | 624 | 669 | 713 | 892 |
| 7.64 | 110 | 165 | 220 | 275 | 330 | 385 | 440 | 495 | 550 | 605 | 660 | 715 | 770 | 825 | 880 | 1100 |
| 8.40 | 133 | 199 | 266 | 332 | 399 | 465 | 532 | 598 | 665 | 731 | 798 | 864 | 931 | 997 | 1063 | 1329 |
| 9.17 | 158 | 238 | 317 | 396 | 475 | 554 | 634 | 713 | 792 | 871 | 951 | 1030 | 1109 | 1188 | 1267 | 1584 |
| 9.93 | 186 | 279 | 372 | 464 | 557 | 650 | 743 | 836 | 929 | 1022 | 1115 | 1208 | 1300 | 1393 | 1486 | 1858 |
| 10.70 | 216 | 324 | 431 | 539 | 647 | 755 | 863 | 971 | 1078 | 1186 | 1294 | 1402 | 1510 | 1618 | 1726 | 2157 |
| 11.46 | 247 | 371 | 495 | 619 | 742 | 866 | 990 | 1113 | 1237 | 1361 | 1485 | 1608 | 1732 | 1856 | 1979 | 2474 |
| 12.22 | 281 | 422 | 563 | 703 | 844 | 985 | 1125 | 1266 | 1407 | 1547 | 1688 | 1829 | 1969 | 2110 | 2251 | 2813 |
| 12.99 | 318 | 477 | 636 | 795 | 954 | 1113 | 1272 | 1431 | 1590 | 1748 | 1907 | 2066 | 2225 | 2384 | 2543 | |
| 13.75 | 366 | 534 | 712 | 890 | 1069 | 1247 | 1425 | 1603 | 1781 | 1959 | 2137 | 2315 | 2493 | 2671 | | |
| 14.51 | 397 | 595 | 793 | 992 | 1190 | 1388 | 1587 | 1785 | 1983 | 2182 | 2380 | 2578 | 2777 | | | |
| 15.28 | 440 | 660 | 880 | 1100 | 1320 | 1540 | 1760 | 1979 | 2199 | 2419 | 2639 | 2859 | 3079 | | | |
| 16.04 | 485 | 727 | 969 | 1212 | 1454 | 1697 | 1939 | 2181 | 2424 | 2666 | 2908 | 3151 | | | | |
| 16.81 | 532 | 799 | 1065 | 1331 | 1597 | 1863 | 2129 | 2396 | 2662 | 2928 | 3194 | 3460 | | | | |
| 17.57 | 582 | 872 | 1163 | 1454 | 1745 | 2036 | 2326 | 2617 | 2908 | 3199 | 3490 | | | | | |
| 18.33 | 633 | 950 | 1266 | 1563 | 1899 | 2216 | 2532 | 2849 | 3165 | 3482 | 3798 | | | | | |
| 19.10 | 687 | 1031 | 1375 | 1718 | 2062 | 2406 | 2749 | 3093 | 3437 | 3780 | | | | | | |
| 19.86 | 743 | 1115 | 1486 | 1858 | 2229 | 2601 | 2972 | 3344 | 3715 | 4087 | | | | | | |
| 20.63 | 802 | 1203 | 1604 | 2005 | 2405 | 2806 | 3207 | 3608 | 4009 | | | | | | | |
| 21.39 | 862 | 1293 | 1724 | 2155 | 2586 | 3017 | 3448 | 3879 | 4310 | | | | | | | |
| 22.15 | 924 | 1386 | 1849 | 2311 | 2773 | 3235 | 3697 | 4159 | 4622 | | | | | | | |
| 22.92 | 990 | 1485 | 1979 | 2474 | 2969 | 3464 | 3959 | 4454 | | | | | | | | |
| 23.68 | 1056 | 1585 | 2113 | 2641 | 3169 | 3698 | 4226 | 4754 | | | | | | | | |
| 24.45 | 1126 | 1689 | 2253 | 2816 | 3379 | 3942 | 4505 | 5068 | | | | | | | | |
| 25.21 | 1197 | 1796 | 2395 | 2993 | 3592 | 4191 | 4789 | | | | | | | | | |
| 25.97 | 1271 | 1906 | 2541 | 3177 | 3812 | 4447 | 5083 | | | | | | | | | |
| 26.74 | 1347 | 2021 | 2694 | 3368 | 4041 | 4715 | 5388 | | | | | | | | | |
| 27.50 | 1425 | 2137 | 2850 | 3562 | 4274 | 4987 | 5699 | | | | | | | | | |
| 28.27 | 1506 | 2259 | 3011 | 3764 | 4517 | 5270 | | | | | | | | | | |
| 29.03 | 1588 | 2382 | 3175 | 3969 | 4763 | 5557 | | | | | | | | | | |
| 29.79 | 1672 | 2508 | 3344 | 4180 | 5016 | 5852 | | | | | | | | | | |
| 30.56 | 1759 | 2639 | 3519 | 4399 | 5278 | 6158 | | | | | | | | | | |

Fuente: (YHR, 2020)



Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

*Habitualmente, se usa un tamaño de 48 pulg. x 48 pulg. como un tamaño estándar que se adaptará a cualquier situación.

†Para requisitos de refuerzo, ver AWWA D103.

Figura B.1(q) Boquilla de succión con placa anti-vórtice típica para tanques atornillados con juntas embridadas. (Ver A.14.2.13.2.)

17.15 COTIZACIONES ADJUNTAS.



TIENDA ALAJUELA
INPPROD CR, S.A. CEDULA 3-191-343932
CF BODEGAS MILANO, #6, CALLE POTRERILLOS,
SAN RAFAEL, ALAJUELA 20108 - COSTA RICA
TELF: 506-4000-2818 FAX: 506-2238-1527

Pág: 1 / 1

N° COTIZACIÓN: **CTA-1001583**
Alajuela, Costa Rica 10-07-2020

Ciudad: Tecnococonsultores
Cedula:
Juridica:
Dirección: Almacenes INPPROD
Teléfonos:
Fax:
Contacto:
Notas:

Requisición:
Proyecto: N/A
Moneda: US\$

| Refer. | Código | Descripción | Cantidad | Und | Precio Unitario | Precio Total | Ti Entrega |
|--------|------------------------------|--|----------|-----|-----------------|--------------|------------|
| 1 | TACR-A53-SC40PE-0 100-UF | 1" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 19.67 | 19.67 | |
| 2 | TACR-A53-SC40PE-0 125-UF | 1-1/4" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 26.34 | 26.34 | |
| 3 | TACR-A53-SC40PE-0 150-UF | 1-1/2" A53,RED PIPE,SC40,GR.B PLAIN END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 31.42 | 31.42 | |
| 4 | TACR-A795-SC10GE- 0250-UF | 2-1/2" A795 ERW RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 44.65 | 44.65 | |
| 5 | TACR-A795-SC10GE- 0400-UF | 4" A795 ERW RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 69.99 | 69.99 | |
| 6 | TACR-A795-SC10GE- 0600-UF | 6" A795 ERW,RED PIPE,SC10,GR.B GROOVED END,U/L/FM | 1.00 | PZA | 114.69 | 114.69 | |
| 7 | AR-IV-241X-0250 | 2-1/2" OS&Y GATE VALVE FLANGED,3000PSI U/L/FM | 1.00 | PZA | 195.98 | 195.98 | |
| 8 | AR-IV-241X-0600 | 6" OS&Y GATE VALVE,FLANGED,3000PSI U/L/FM | 1.00 | PZA | 456.70 | 456.70 | |
| 9 | AR-IV-GD381FP-0600 | 6" BUTTERFLY VALVE, GROOVED W/ TAMPER SWITCH U/L/FM | 1.00 | PZA | 202.21 | 202.21 | |
| 10 | AR-170-ST-W | CABINET FOR 2-1/2" ANGLE VALVE,STEEL,WHITE SURFACE | 1.00 | PZA | 187.30 | 187.30 | |
| 10.1 | BC-350-125-01132 | 2-1/2" PRESSURE RESTRICTING ANGLE HOSE VALVE M/F, U/L/FM | 1.00 | PZA | 192.67 | 192.67 | |
| 10.2 | AR-FDC-125-01580 | 2-1/2" CAP AND CHAIN,BRASS | 1.00 | PZA | 15.82 | 15.82 | |
| 11 | AR-EXT-ABC-10-AL | FIRE EXTINGUISHER ABC, DRY CHEMICAL WIALUM VALVE, 10LB UL | 1.00 | PZA | 80.03 | 80.03 | |

Comentarios:
Los precios indicados son válidos para el total de las cantidades ofertadas. Tiempos de entrega
sujetos a venta previa

TOTAL: 1,637.47 US\$
CASHBACK: 0.00 US\$
SUBTOTAL: 1,637.47 US\$
IMP DE VENTA: 212.87 US\$
TOTAL: 1,850.34 US\$

Lugar de entrega:

Oferta válida hasta: 25-07-2020
Condiciones de Pago: PRE-PAGADO

ELABORADO POR

Diego Jiron

Quotation

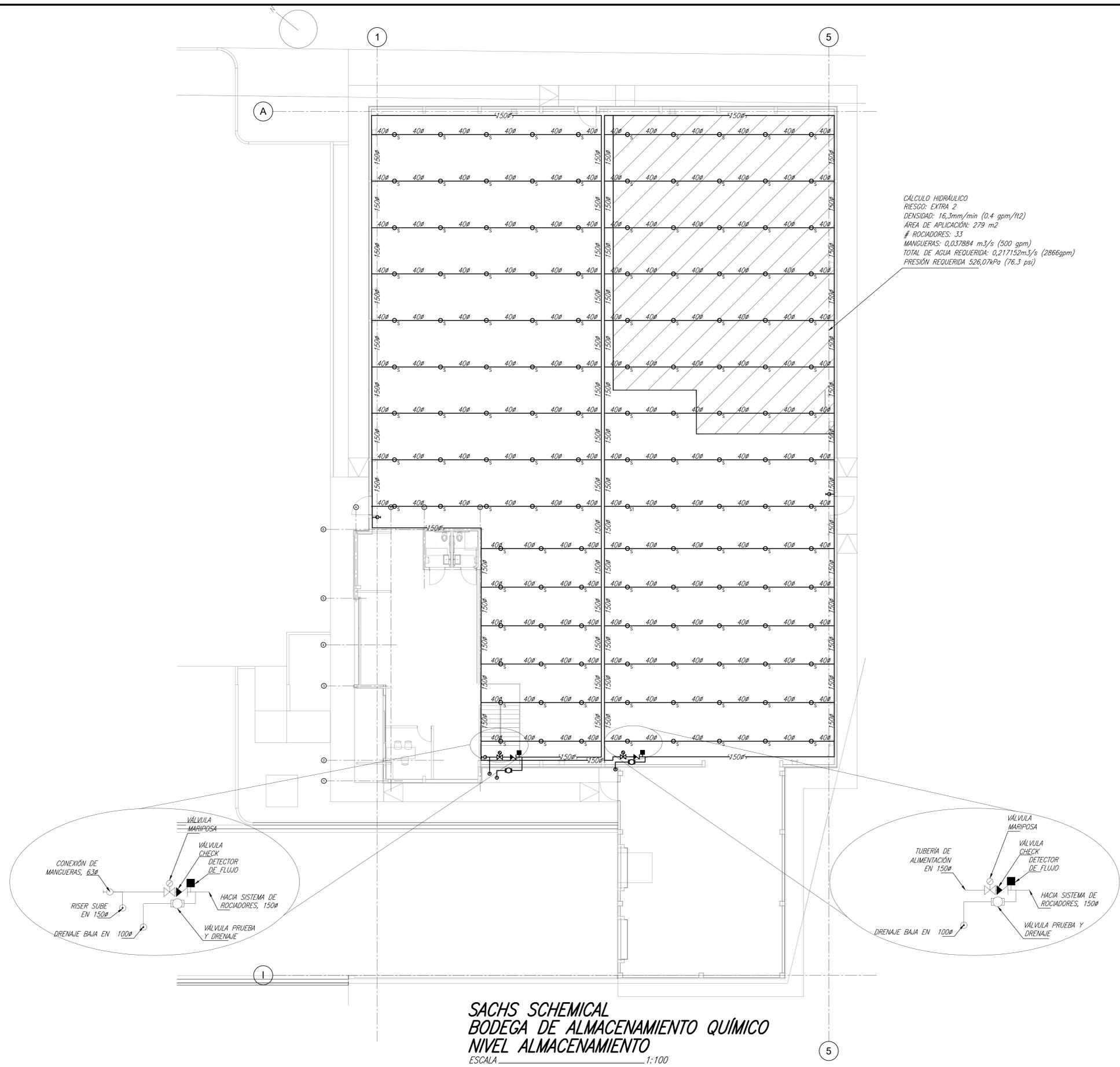
To: Arnaldo Brenes
Ref No: TP201422LD
Date: Jul 2nd,2020

| S/L | Product | Figure | Certificate | UOM | Qty | Unit Price (USD) | Total Price (USD) |
|------------------|--|---|-------------|-----|-----|------------------|-------------------|
| 1 | sprinkler K>=11,2 SR in 1/2 and temperature 100°F. quote by SR 3/4" K11.2_T68°C_pendent |  | FM/UL | pc | 240 | 8.71 | 2,090.40 |
| 2 | sprinkler and K5,6 QR both of them in 1/2 and temperature 100°F. quote by QR 1/2" K5.6_T68°C_pendent |  | FM/UL | pc | 10 | 3.83 | 38.30 |
| FOB Price | | | | | | | 2090.40 |

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Total FOB Price: | \$2,090.40 |
|-------------------------|-------------------|

Remark:

- Price Term: FOB Tianjin Seaport Price
- Payment Term: TT
- Freight type: By express/By air
- Packing: Standard export box packing.
- H.S. Code: 8424899990
- Country of Origin: China
- Delivery Port: Tianjin Seaport in China
- Delivery Time: 4 weeks
- Validity: Till Jul 16th, 2020.



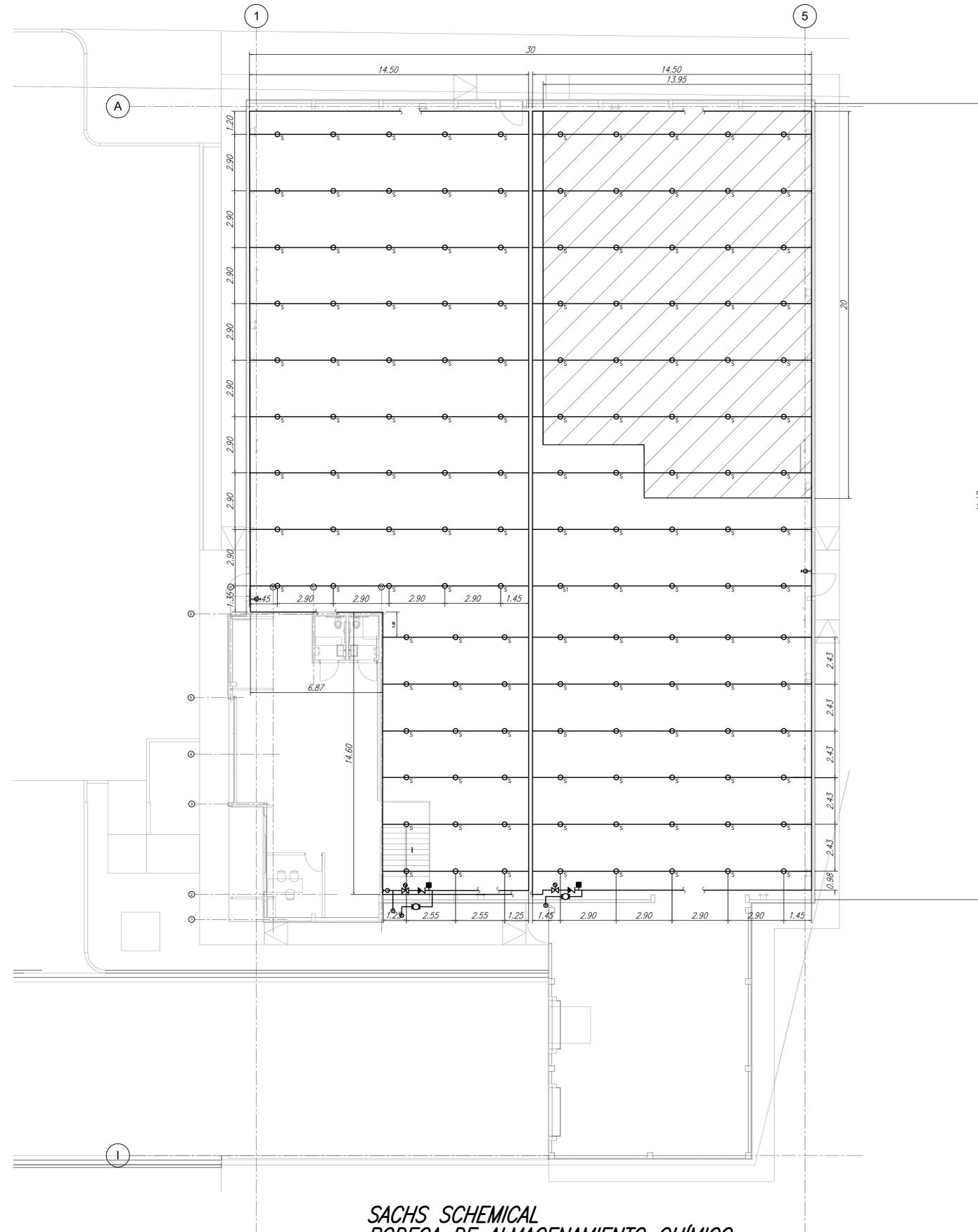
DISEÑADOR Y DIBUJANTE
 ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
 FIRMA: _____
 PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
 ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
 FIRMA: _____

INFORMACION REGISTRO PUBLICO
 PROPIETARIO: _____
 N° CATASTRO: _____
 SITAS: _____

CONTENIDO:
 SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS.

TECNOCONSULT
 INGENIERIA ELECTROMECANICA
 Costa Rica Panamá
 Tel: (506) 2201-7200 Tel: (507) 209-8146
 Fax: (506) 2201-7175 Fax: (507) 340-6277
 E-mail: info@tecnoconsultor.com

| ESCALA | FECHA | LAMINA |
|----------|------------|---------|
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-01 |



SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL ALMACENAMIENTO
 ESCALA 1:100

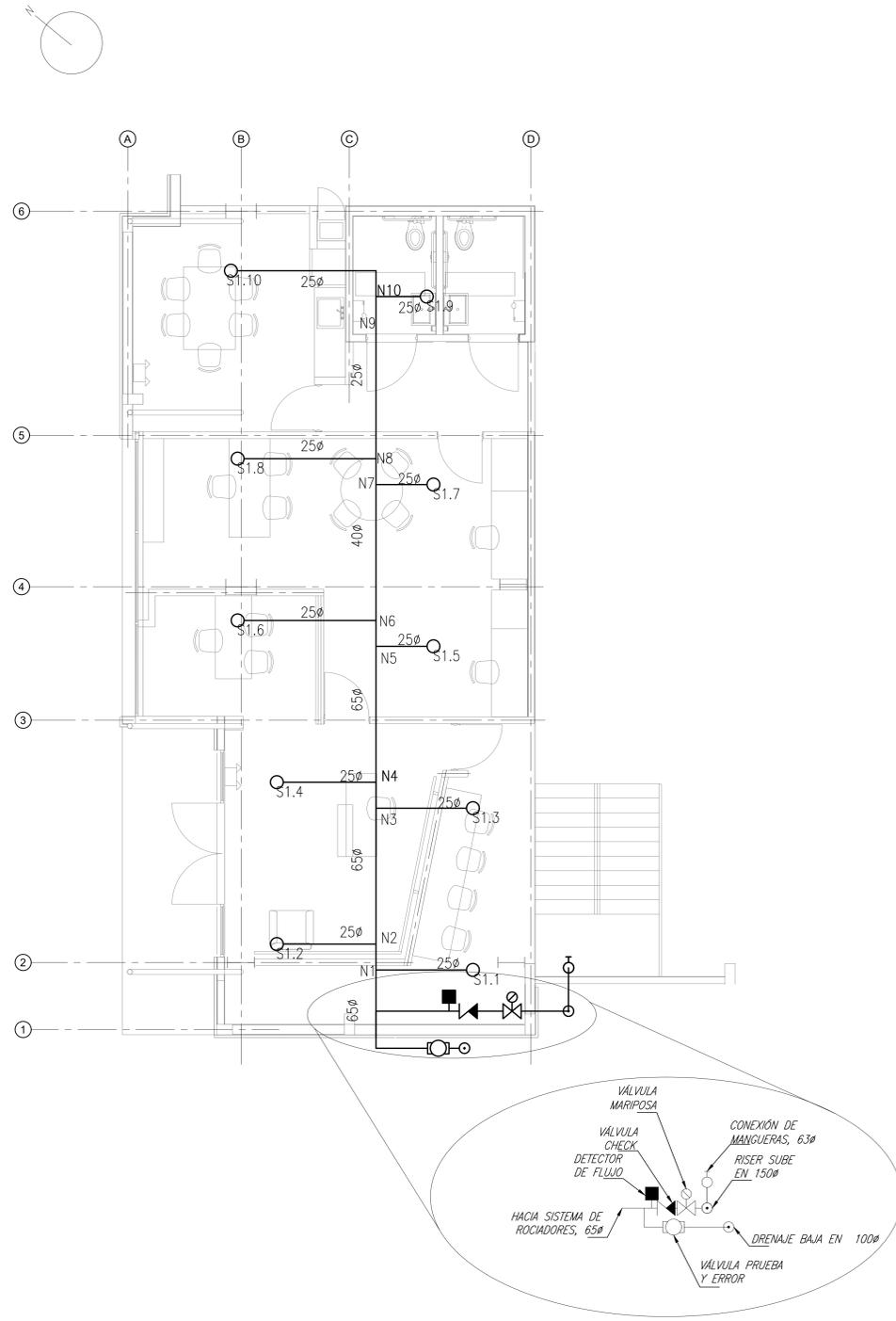
DISEÑADOR Y DIBUJANTE
 ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
 FIRMA: _____
 PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
 ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
 FIRMA: _____

INFORMACION REGISTRO PUBLICO
 PROPIETARIO: _____
 N° CATASTRO: _____
 SITAS: _____

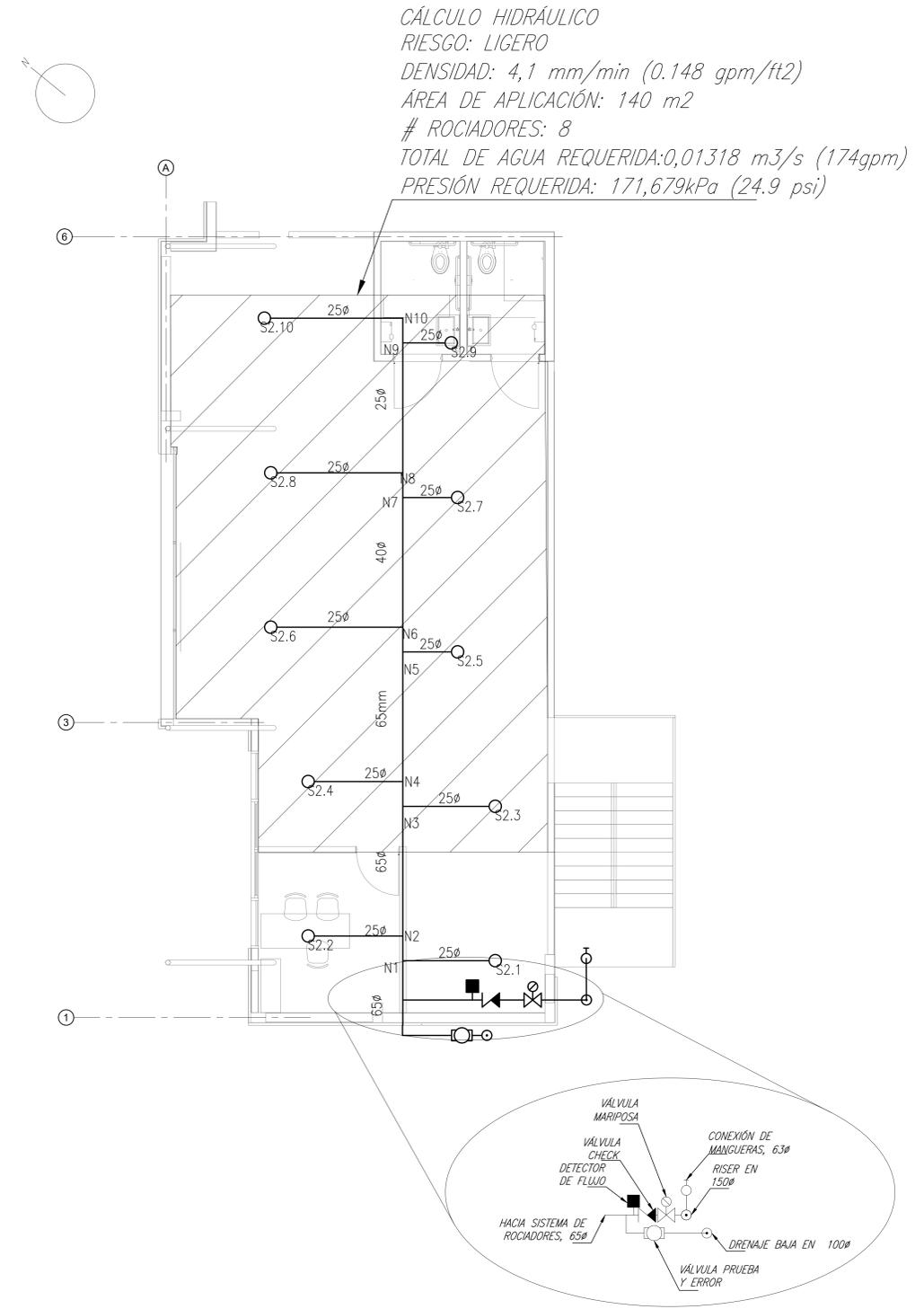
CONTENIDO:
 ACOTADO DE SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS.

TECNOCONSULT
 INGENIERIA ELECTROMECANICA
 Costa Rica Panamá
 Tel: (506) 2201-7200 Tel: (507) 209-8146
 Fax: (506) 2201-7175 Fax: (507) 340-6277
 E-mail: info@tecnoconsultor.com

| ESCALA | FECHA | LAMINA |
|----------|------------|---------|
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-02 |



SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 1. AREA ADMINISTRATIVA
 ESCALA 1:50



CÁLCULO HIDRÁULICO
RIESGO: LIGERO
 DENSIDAD: 4,1 mm/min (0.148 gpm/ft2)
 ÁREA DE APLICACIÓN: 140 m2
 # ROCIADORES: 8
 TOTAL DE AGUA REQUERIDA: 0,01318 m3/s (174gpm)
 PRESIÓN REQUERIDA: 171,679kPa (24.9 psi)

SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 2. AREA ADMINISTRATIVA
 ESCALA 1:50

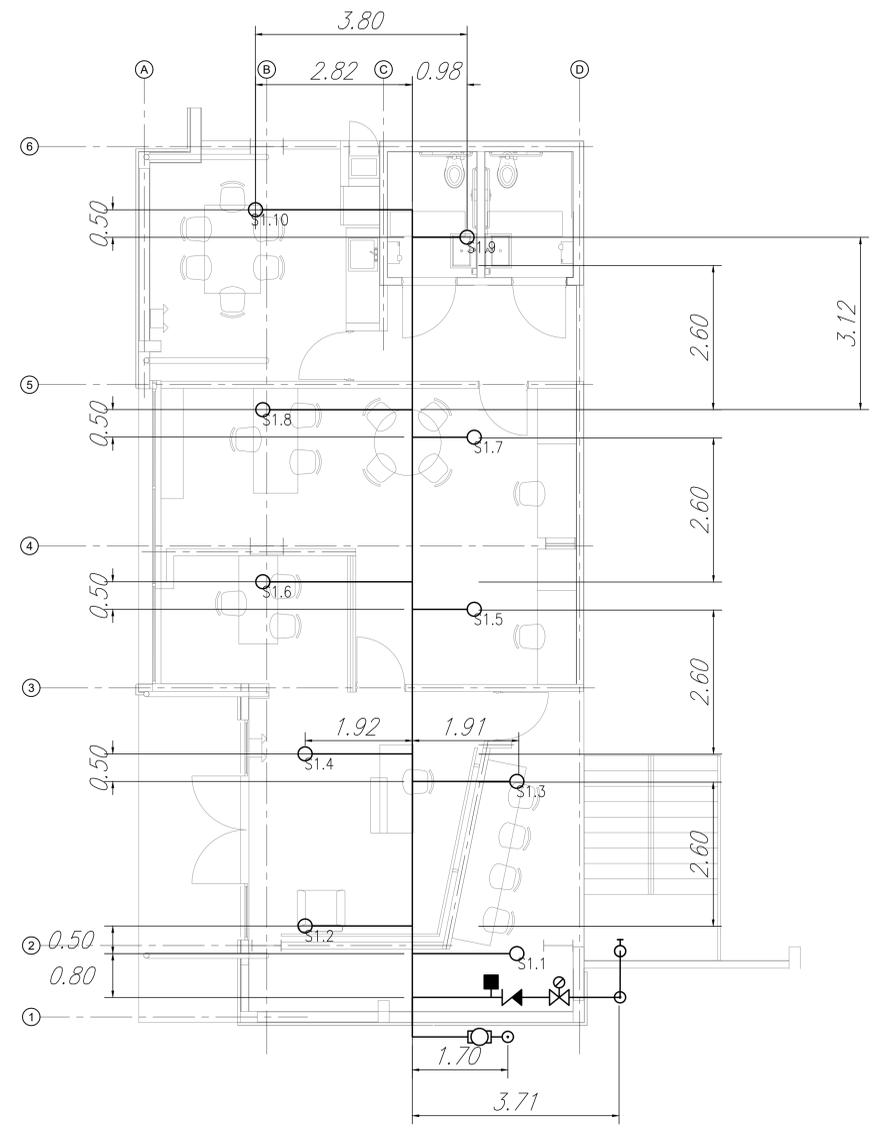
DISEÑADOR Y DIBUJANTE
 ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
 FIRMA: _____
 PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
 ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
 FIRMA: _____
 INFORMACION REGISTRO PUBLICO
 PROPIETARIO: _____
 N° CATASTRO: _____
 SITAS: _____
 CONTENIDO:
 SISTEMA DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS.

TECNOCONSULT
 INGENIERIA ELECTROMECHANICA
 Costa Rica Panamá
 Tel: (506) 2201-7200 Tel: (507) 209-8146
 Fax: (506) 2201-7175 Fax: (507) 340-6277
 E-mail: info@tecnoconsultor.com

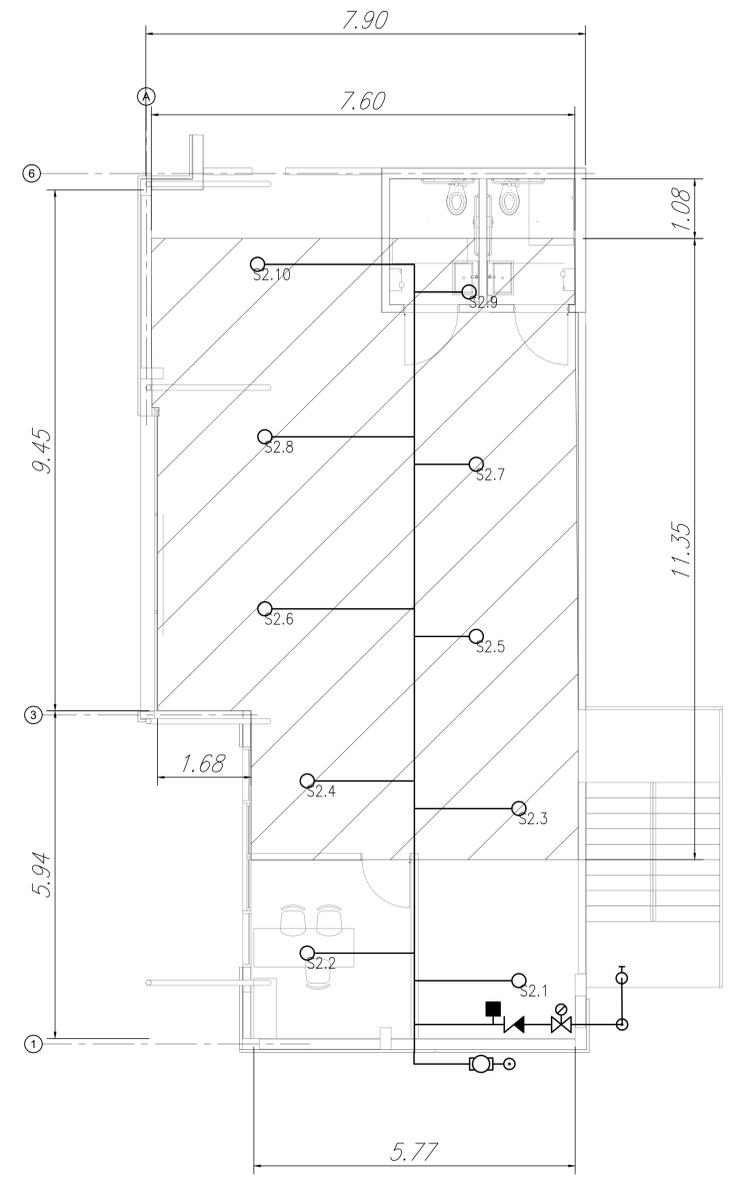
| | | |
|----------|------------|---------|
| ESCALA | FECHA | LAMINA |
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-03 |

NOTAS:

* LA DISTRIBUCIÓN DE ROCIADORES PARA NIVEL UNO Y NIVEL DOS ES IDENTICA.
* EN EL NIVEL UNO SE ACOTA LA TUBERIA Y EN EL NIVEL DOS LAS DIMENSIONES DEL RECINTO Y EL AREA CRITICA.



SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 1. AREA ADMINISTRATIVA
 ESCALA 1:50



SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 2. AREA ADMINISTRATIVA
 ESCALA 1:50

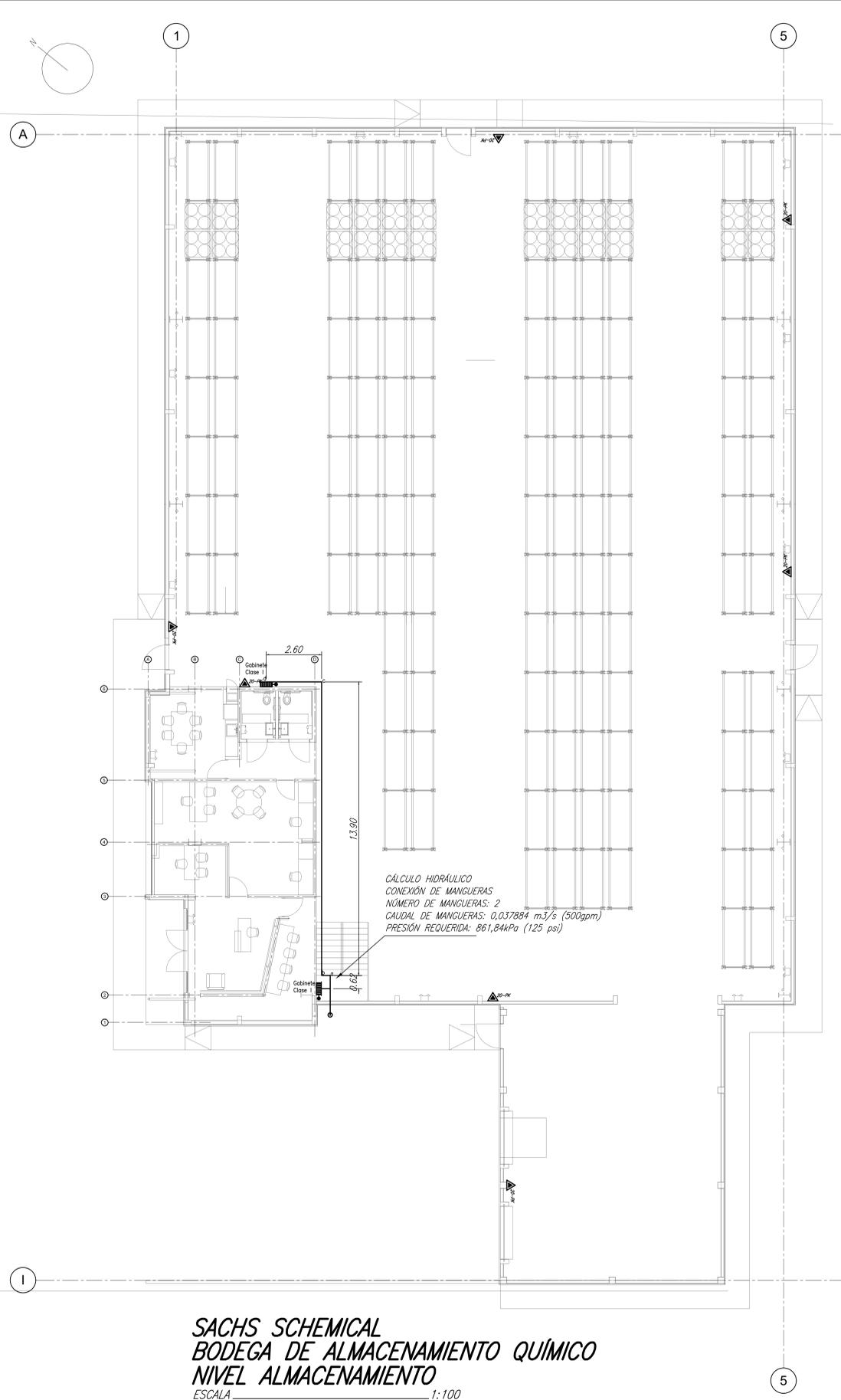
DISEÑADOR Y DIBUJANTE
 ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
 FIRMA: _____
 PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
 ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
 FIRMA: _____

INFORMACION REGISTRO PUBLICO
 PROPIETARIO: _____
 N° CATASTRO: _____
 SITAS: _____

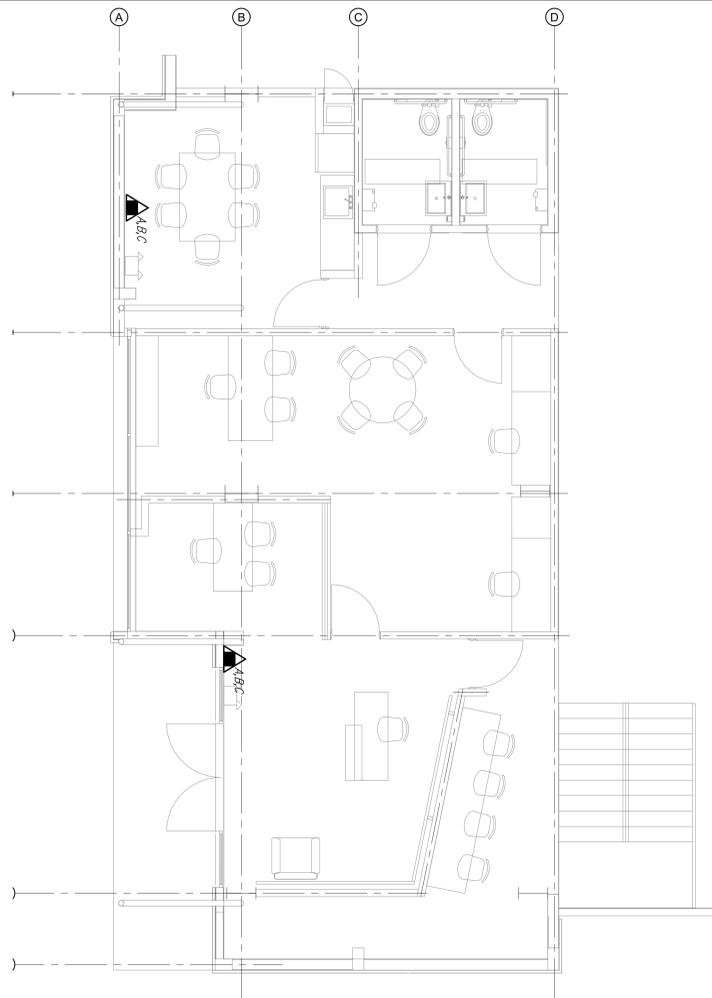
CONTENIDO:
 ACOTADO DE SISTEMA DE SUPRESION CONTRA INCENDIOS.

TECNOCONSULT
 INGENIERIA ELECTROMECANICA
 Costa Rica Tel: (506) 2201-7200 Panamá Tel: (507) 209-8148
 Fax: (506) 2201-7175 Fax: (507) 340-8277
 E-mail: info@tecnocconsult.com

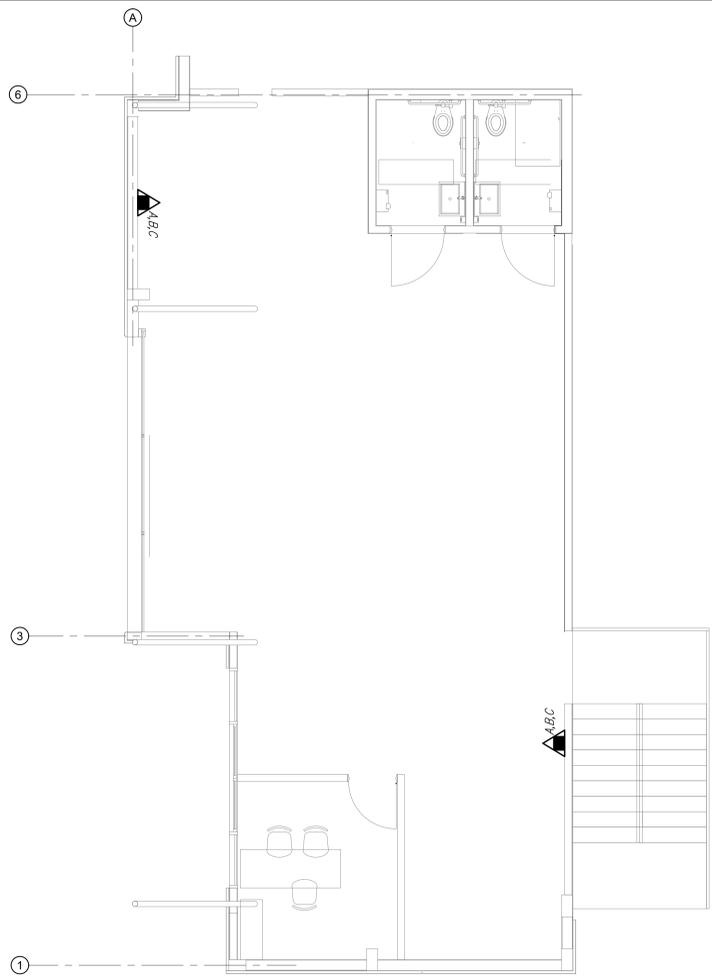
| ESCALA | FECHA | LAMINA |
|----------|------------|---------|
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-04 |



**SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL ALMACENAMIENTO**
ESCALA 1:100



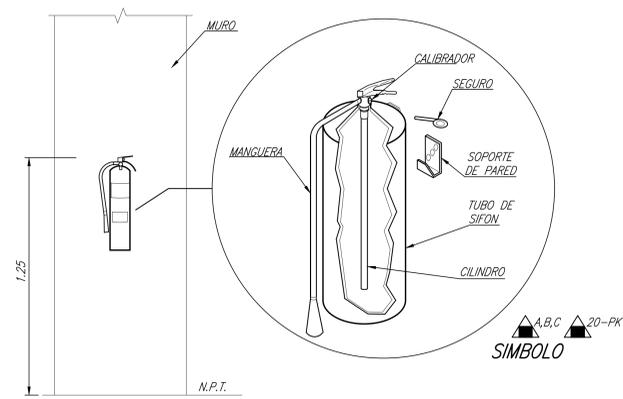
**SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 1. AREA ADMINISTRATIVA**
ESCALA 1:50



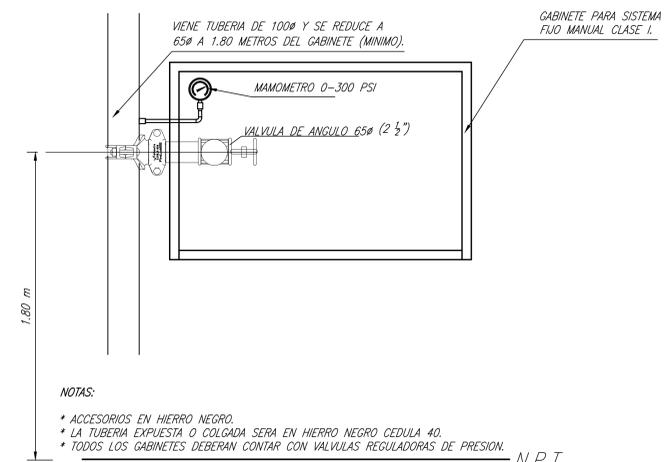
**SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
NIVEL 2. AREA ADMINISTRATIVA**
ESCALA 1:50

NOTAS:

- * LA DISTANCIA ENTRE EXTINTORES NO DEBE DE SER MAYOR A 22.9m.
- * LA ALTURA DE INSTALACIÓN RESPECTO AL PISO DEBE SER 1.25m O NO DEBE DE SER MAYOR DE 1.53m.
- * LOS EXTINTORES SELECCIONADOS CUMPLEN CON NFPA10 Y SON LISTADOS UL.
- * LOS EXTINTORES DE REFERENCIA SON DE LA MARCA BADGERFIRE.



**DETALLE DE COLOCACIÓN
DE EXTINTORES**
ESCALA SIN ESCALA



NOTAS:

- * ACCESORIOS EN HIERRO NEGRO.
- * LA TUBERIA EXPUESTA O COLGADA SERA EN HIERRO NEGRO CEDULA 40.
- * TODOS LOS GABINETES DEBERAN CONTAR CON VALVULAS REGULADORAS DE PRESION.

**DETALLE DE GABINETE CLASE I
DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.**
ESCALA SIN ESCALA

TECNOCONSULT
INGENIERIA ELECTROMECANICA
Costa Rica
Tel: (506) 2201-7200
Fax: (506) 2201-7175
E-mail: info@tecnocconsult.com

Panamá
Tel: (607) 209-8146
Fax: (607) 340-6277
E-mail: info@tecnocconsult.com

DISEÑADOR Y DIBUJANTE
ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
FIRMA: _____
PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
FIRMA: _____

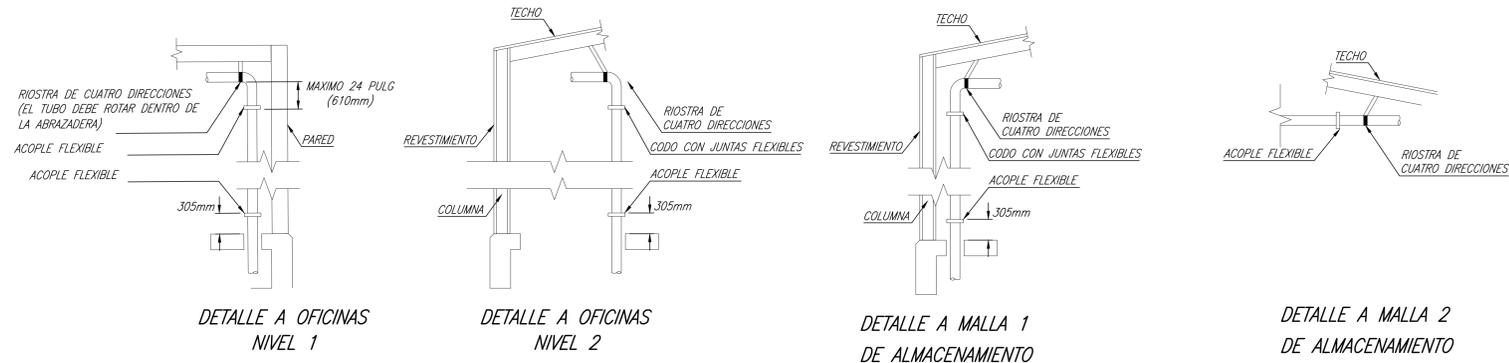
INFORMACION REGISTRO PUBLICO
PROPIETARIO: _____
N° CATASTRO: _____
SITAS: _____

CONTENIDO:
DISTRIBUCION DE RODADORES.

| ESCALA | FECHA | LAMINA |
|----------|------------|---------|
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-05 |

NOTAS GENERALES:

- * LA INSTALACIÓN DEBE HACERSE RESPETANDO TODAS LAS RECOMENDACIONES Y ARTICULOS DE LAS NORMAS NFPA 13.
- * SEGUN NFPA 13,2019 LA MINIMA DISTANCIA DE LOS ROCIADORES A PARED=0.1m
- * SEGUN NFPA 13,2019 LA MINIMA DISTANCIA ENTRE ROCIADORES=1.8m
- * SEGUN NFPA 13,2019 LA MAXIMA DISTANCIA ENTRE ROCIADORES=4.6m
- * SEGUN NFPA 13,2019 LA MAXIMA DISTANCIA DE ROCIADORES A PARED=2.7m
- * TODA LA INSTALACIÓN DEBERA CUMPLIR CON LOS CODIGOS DE NFPA, UL, FM Y DEL BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE COSTA RICA.
- * TODOS LOS ACCESORIOS LLEVARAN ARRIBOSTRES MECANICOS APROBADOS.
- * LA TUBERIA DE INCENDIO EXPUESTA SERA EN HIERRO NEGRO CÉZULA 40 Y PINTADA CON UN ESPESOR DE 50 MICRAS DE ANTICORROSIÓN Y UN ESPESOR DE PINTURA ESMALTE ROJO INTERNACIONAL DE 50 MICRAS.
- * LA INSTALACIÓN DE ROCIADORES COLGANTES SE DEBE REALIZAR DE ACUERDO CON LOS SEGUN LA NORMA NFPA 13,2019.
- * SE DEBE DE COORDINAR CON EL RESTO DE LOS CONTRATISTAS POR SI SE PRESENTAN POSIBLES INTERFERENCIAS CON LOS OTROS SISTEMAS, DÁNDOSE PRIORIDAD A INCENDIOS.
- * TODAS TUBERIAS PRINCIPALES DEBEN DE LLEVAR SOPORTES ANTI-SISMICOS.
- * LA DISTRIBUCIÓN FINAL DEBE SER COORDINADA CON ARQUITECTURA Y DISEÑO INTERNO PUES EN LOS PLANOS MECANICOS ES UNA DISTRIBUCIÓN ESQUEMATICA.

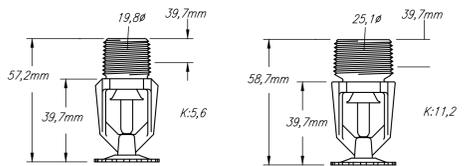


| ROCIADORES TIPO S | ROCIADORES TIPO S1 | ROCIADORES TIPO S2 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| FACTOR K : 11.2 | FACTOR K: 5.6 | FACTOR K : 5.6 |
| ORIFICIO Ø : 19 mm (3/4") | ORIFICIO Ø : 12 mm (1/2") | ORIFICIO Ø : 12 mm (1/2") |
| TEMPERATURA: 38°C (100 °F) | TEMPERATURA: 38°C (100 °F) | TEMPERATURA: 38°C (100°F) |
| RESPUESTA : ESTANDAR(SR) | RESPUESTA : RÁPIDA (DR) | RESPUESTA : RÁPIDA (DR) |
| TIPO: COLGANTE (PENDENT) | TIPO: COLGANTE (PENDENT) | TIPO: COLGANTE (PENDENT) |
| APROBACION : UL Y FM | APROBACION : UL Y FM | APROBACION : UL Y FM |
| COBERTURA : ESTANDAR | COBERTURA : ESTANDAR | COBERTURA : ESTANDAR |

DETALLE DE TUBERIA VERTICAL DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
ESCALA _____ SIN ESCALA

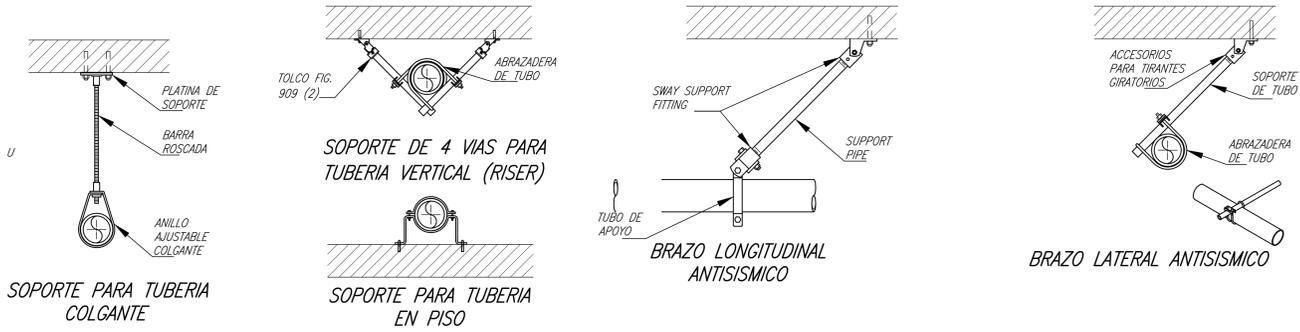
NOTAS:

- * TODOS LOS ROCIADORES PARA EL SECTOR DE OFICINA (NIVEL 1 Y 2) SON DE 19,8 mm (1/2), RESPUESTA RÁPIDA, CON UN FACTOR K 5,6 Y UNA SENSIBILIDAD TÉRMICA DE 38°C
- * TODOS LOS ROCIADORES PARA EL SECTOR DE ALMACENAMIENTO SON DE 25,1mm (3/4), RESPUESTA ESTANDAR, CON UN FACTOR K 11,2 Y UNA SENSIBILIDAD TÉRMICA DE 38°C

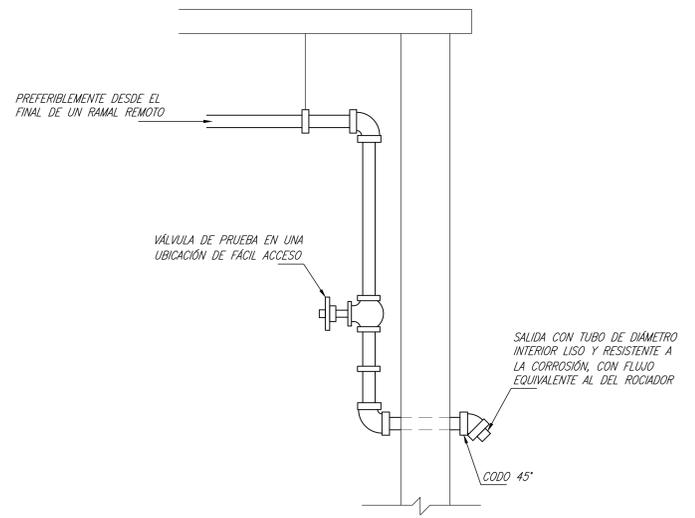


DETALLE DE ROCIADORES COLGANTES
ESCALA _____ SIN ESCALA

- NOTAS:
1. SOPORTE MARCA TOLCO, U OTRA APROBADA PARA INCENDIOS



DETALLE SOPORTES PARA TUBERIAS DE INCENDIO
ESCALA _____ SIN ESCALA



DETALLE DE DRENAJE DE PRUEBAS TUBERIA HÚMEDA
ESCALA _____ SIN ESCALA

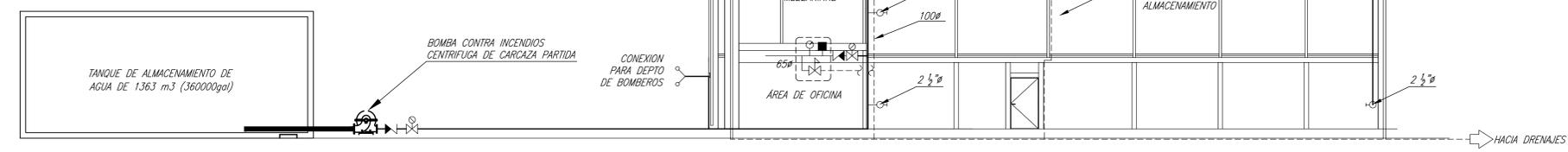


DIAGRAMA DE SISTEMA DE SUPRESION
ESCALA _____ SIN ESCALA

SACHS SCHEMICAL
BODEGA DE ALMACENAMIENTO QUÍMICO
DETALLES GENERALES
ESCALA _____ SIN ESCALA

DISEÑADOR Y DIBUJANTE
ARNALDO BRENES RODRIGUEZ
FIRMA: _____
PROFESIONAL RESPONSABLE A CARGO
ING. JORGE URIBE ENRIQUEZ
FIRMA: _____
INFORMACION REGISTRO PUBLICO
PROPIETARIO: _____
N° CATASTRO: _____
SITAS: _____
CONTENIDO:
DETALLES DEL SISTEMA DE SUPRESION DE INCENDIOS.

TECNOCONSULT
INGENIERIA ELECTROMECHANICA
Costa Rica Panamá
Tel: (506) 2201-7200 Tel: (507) 209-8146
Fax: (506) 2201-7175 Fax: (507) 340-6277
E-mail: info@tecnoconsult.com

| | | |
|----------|------------|---------|
| ESCALA | FECHA | LAMINA |
| INDICADA | 2020-07-10 | M-SI-06 |

