

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RED DE INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA 13
EN BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE
CONCEPCIÓN

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Mantenimiento

Industrial.

Nombre alumno: Ricardo Garrido Muñoz.

Profesor: Marcelo Quiroz Neira.

Fecha:10/07/2024.

Proyecto de título.

Índice

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RED DE INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA 13 EN BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN	1
Sigla y Simbología	6
Sigla	6
Simbología.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
1.1 Introducción	8
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivo General.	9
1.2.2 Objetivos Específicos:	9
CAPÍTULO 2	10
2.1 Planteamiento del problema.....	11
2.2 Motivación o justificación	12
CAPÍTULO 3	13
3.1 Norma NFPA	14
3.1.1 ¿Qué es la NFPA?	14
3.1.2 Norma NFPA 13	14
3.1.3 Norma NFPA 704.....	16
3.2 Tipos de Riesgos.....	18
3.2.1 Riesgos a la Salud.....	18
3.2.2 Riesgo de Inflamabilidad	18
3.2.3 Riesgo de Inestabilidad	18
3.2.4 Riesgo Específico	18

3.3 ¿Por qué se produce el fuego? Norma NCh 934	19
3.3.1 ¿Qué es el fuego?	19
3.3.2 Factores del fuego	20
3.3.3 Tipos de fuego según la norma chilena NCh 934	21
3.4 Métodos de extinción de incendios	22
3.5 Tipos de rociadores	23
3.5.1 Según la Orientación del Chorro:	23
3.5.2 Según la Aplicación Específica:	23
3.5.3 Según el Ambiente de Instalación:	24
3.5.4 Según la Clasificación de Riesgo:	24
3.6 Importancia del factor k	24
3.6.1 Factor K en Rociadores Contra Incendios	24
3.6.2 Definición del Factor K	24
3.6.3 Clasificación de Rociadores Según el Factor K	25
3.7 Normas generales sobre prevención de incendio en edificios	25
3.8 Clasificación de las ocupaciones	26
3.8.1 ¿Por qué se deben clasificar las ocupaciones?	27
3.8.2 Clasificación de las ocupaciones	27
3.8.3 Definiciones de las clases de ocupaciones y ejemplos	27
3.8.4 Ocupaciones riesgo ligero	27
3.8.5 Ocupación de riesgo ordinario	28
3.8.6 Ocupaciones de riesgo extra	29
3.9 Curvas de densidad/área para sistema de rociadores	30
3.9.1 Las primeras curvas de densidad/área	30
3.9.2 Evolución de las curvas de densidad/área	32

3.9.3 Actualidad	33
CAPÍTULO 4	34
4.1 Análisis de la situación actual.	35
4.2 Análisis del Problema.....	39
4.2.1 Posibles Causas del Problema.....	39
4.3 Factores para tener en cuenta en la implementación del proyecto	41
4.4 Arquitectura edificio C	42
4.4.1 Nivel 1 biblioteca UTFSM sede Concepción	42
4.4.2 Nivel 2 biblioteca UTFSM sede Concepción	42
4.4.3 Nivel 3 biblioteca UTFSM sede Concepción	44
4.4.4 Nivel 4 biblioteca UTFSM sede Concepción	45
4.5 Riesgos potenciales	46
4.6 Se realizará levantamiento de los pisos de la biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción	48
4.6.1 Nivel 1 biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción:.....	48
4.6.2 Nivel 2 biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción:.....	50
4.6.3 Nivel 3 biblioteca universidad Federico santa maría sede concepción:	52
4.6.4 Nivel 4 biblioteca Universitaria Federico Santa María sede Concepción	54
4.7 Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13 para los distintos niveles de la biblioteca	56
4.7.1 Primer nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13.....	56
4.7.2 Segundo nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13	57
4.7.3 Tercer nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13	58
4.7.4 Cuarto nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13.....	59
4.8 Medidas a tomar en cuenta para biblioteca.	60
4.9 Solución del problema	62

4.10 Cálculo de rociadores norma NFPA 13.	64
4.10.1 Calcular el número de rociadores necesario	65
4.10.2 Longitud de área de diseño	65
4.10.3 Calculo Distancia entre rociadores NFPA 13.....	66
4.10.4 Cálculo de Rociadores en el lado más largo de diseño.....	67
4.11 Diseño de tuberías bajo la norma NFPA 13.....	67
4.11.1 Diseño de tuberías	69
4.12 Calculo hidráulico	71
4.12.1Calculo hidráulico Nivel 1 de la biblioteca UTFSM sede Concepción	75
4.12.2Calculo hidráulico Nivel 2 de la biblioteca UTFSM sede Concepción	81
4.12.3 Calculo hidráulico Nivel 3 de la biblioteca UTFSM sede Concepción	88
4.12.4Calculo hidráulico Nivel 4 de la biblioteca UTFSM sede Concepción	95
4.12.5Cálculo de la Presión del sistema.....	102
4.13 Calcular el número de bombas necesarias	103
4.13.1Calculo bomba jockey.....	105
4.14 Diagrama P&D	106
CAPÍTULO 5	107
5.1 Planificación del proyecto	108
5.2 Presupuesto.....	110
5.3 Evaluación económica del proyecto	111
CAPÍTULO 6	115
6.1 Conclusión.....	116
6.2 Linkografía	118

Sigla y Simbología

Sigla

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego).

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

NCh: Norma Chilena.

KSB: KSB SE & Co. KGaA, fabricante multinacional alemán de bombas y válvulas con sede en Frankenthal, Alemania.

VAN: Valor Actual Neto.

K: Factor de descarga de un rociador (Sprinkler K-Factor).

www: World Wide Web.

.com: Dominio de nivel superior (TLD) en Internet, generalmente para sitios Comerciales.

Simbología

q: Caudal.

p: Presión.

m: Metros.

m²: Metros cuadrados.

ft²: Pies cuadrados.

m³: Metros cúbicos.

h: Hora

lpm: litros por minuto.

gpm: Galones por minuto.

\$: Dólar.

%: Porcentaje

mm: Milímetros.

min: Minutos.

psi: Libra por pulgada cuadrada.

°C: Grados Celsius.

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

La National Fire Protection Association (NFPA) establece normativas precisas para garantizar la prevención y seguridad contra incendios en edificaciones, incluyendo bibliotecas.

En una biblioteca universitaria, es crucial implementar un sistema de seguridad que cumpla con las normativas de la NFPA. Esto implica la instalación adecuada de sistemas de detección de incendios como alarmas y detectores de humo, junto con sistemas de rociadores automáticos para controlar y extinguir incendios cuando sea necesario. También es vital contar con extintores de incendios estratégicamente ubicados y claramente marcados para un fácil acceso en situaciones de emergencia.

Las rutas de evacuación y las salidas de emergencia deben estar claramente señalizadas y despejadas en todo momento para facilitar una evacuación segura en caso de incendio. Se deben realizar simulacros de evacuación periódicos para asegurar que tanto el personal como los estudiantes estén familiarizados con los procedimientos y sepan cómo actuar en caso de emergencia.

Además, es esencial contar con un plan de respuesta ante incendios que asigna roles específicos al personal y establece procedimientos claros para notificar a las autoridades pertinentes y coordinar la evacuación y el control del incendio de manera eficiente.

Cumplir con las normativas y códigos de la NFPA garantiza un entorno seguro en la biblioteca universitaria, priorizando la seguridad y el bienestar de todos los usuarios de las instalaciones. La capacitación continua del personal y la concientización sobre la importancia de seguir las pautas de seguridad contra incendios son fundamentales para mantener un alto nivel de preparación y una respuesta efectiva en caso de emergencia.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Evaluar el estado actual de las medidas de seguridad contra incendios en la universidad Federico Santa María sede Concepción (UTFSM) y proponer mejoras para garantizar un entorno más seguro para la comunidad universitaria.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Realizar un Estudio bajo la norma NFPA 13.

Desarrollar un plan integrado de instalación bajo la normativa NFPA 13.

Realizar Análisis Detallado de la Biblioteca Universitaria Federico Santa María sede Concepción.

Evaluación financiera del sistema de red contra incendios bajo la normativa NFPA 13.

CAPÍTULO 2

2.1 Planteamiento del problema

El entorno universitario de la Universidad Federico Santa María sede concepción, al igual que cualquier otra institución, enfrenta la constante necesidad de mejorar y fortalecer sus medidas de seguridad. En particular, la protección contra incendios es una prioridad crítica para resguardar la vida humana, preservar el patrimonio y asegurar la continuidad de las operaciones académicas.

Sin embargo, durante la evaluación del sistema de rociadores existente en la universidad Federico santa maría sede concepción, se ha identificado una limitación significativa en la infraestructura actual. La presencia de una línea de tuberías fuera de la institución destinada al riego del pasto y la cancha, en lugar de extenderse hacia el interior de los edificios, plantea una brecha en la capacidad del sistema para proporcionar una protección adecuada contra incendios en áreas críticas.

Esta situación se convierte en el núcleo del problema a abordar. La falta de una red de tuberías interna dedicada a la protección contra incendios puede poner en riesgo la seguridad de los ocupantes y los bienes en caso de un evento de incendio. Es imperativo realizar ajustes y mejoras en el sistema de rociadores para alinear su funcionalidad con los estándares y normativas específicas de seguridad contra incendios.

2.2 Motivación o justificación

La Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción (UTFSM) reconoce la importancia crítica de la seguridad contra incendios en nuestra biblioteca universitaria. La seguridad y el bienestar de nuestros estudiantes, profesores y personal en este espacio central son nuestra máxima prioridad. Observamos con creciente preocupación la efectividad de nuestras medidas actuales, especialmente dada la ausencia de una red de aspersores y la dependencia en redes húmedas y secas.

Esta inquietud me ha llevado a iniciar un estudio exhaustivo y detallado en la biblioteca. Nuestro objetivo es evaluar minuciosamente la eficacia de nuestros sistemas y procedimientos de seguridad actuales en cada área de la biblioteca. Reconocemos la naturaleza impredecible de los incendios, lo que nos impulsa a asegurarnos de contar con sistemas y procedimientos robustos, adaptables y efectivos en cualquier situación.

Este esfuerzo no solo tiene como objetivo fortalecer la infraestructura de seguridad de nuestra biblioteca, sino también brindar a nuestra comunidad universitaria la confianza y tranquilidad necesarias para utilizar este espacio central de aprendizaje, investigación y estudio.

En este contexto, es crucial examinar cada sala y espacio de la biblioteca, incluyendo las salas de estudio, las oficinas y las áreas comunes, para garantizar que estén completamente preparadas para enfrentar cualquier eventualidad. Estamos comprometidos en implementar medidas adicionales donde sea necesario, como la instalación de sistemas de rociadores automáticos en áreas críticas, para reforzar la seguridad y proteger a nuestros ocupantes.

CAPÍTULO 3

3.1 Norma NFPA

3.1.1 ¿Qué es la NFPA?

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

3.1.2 Norma NFPA 13

La NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, es un conjunto de pautas establecidas por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) para el diseño, la instalación y el mantenimiento de sistemas de rociadores contra incendios. Esta norma tiene como objetivo principal prevenir la pérdida de vidas y propiedades a causa del fuego, proporcionando un marco regulatorio para la implementación de sistemas de rociadores confiables y efectivos.

Requisitos de la NFPA 13:

La NFPA 13 establece una serie de requisitos técnicos y administrativos que deben cumplirse para garantizar la adecuada instalación y funcionamiento de los sistemas de rociadores. Estos requisitos abarcan diversos aspectos, como:

Tipos de sistemas de rociadores: La norma define diferentes tipos de sistemas de rociadores en función del tipo de ocupación, la altura del edificio y otros factores. Algunos de los tipos más comunes incluyen: **Sistemas de rociadores húmedos:** Estos sistemas mantienen las tuberías llenas de agua a presión en todo momento, listos para descargarse al detectar un incendio.

Sistemas de rociadores secos: En este tipo de sistemas, las tuberías se llenan de agua solo cuando se activa el sistema de rociadores.

Sistemas de rociadores de preacción: Estos sistemas combinan la detección de incendios con un sistema de liberación de aire o gas que precede a la descarga de agua.

Ubicación de los rociadores: La norma especifica la ubicación y el espaciamiento adecuados de los rociadores para garantizar una cobertura uniforme y efectiva del área protegida.

Densidad de los rociadores: La densidad de los rociadores se define como la cantidad de agua que se descarga por unidad de área protegida. La NFPA 13 establece requisitos específicos de densidad para diferentes tipos de ocupaciones y riesgos de incendio.

Componentes del sistema: La norma establece estándares para los componentes de los sistemas de rociadores, como tuberías, rociadores, válvulas y bombas.

Pruebas y mantenimiento: La NFPA 13 requiere que los sistemas de rociadores se prueben y mantengan periódicamente para garantizar su correcto funcionamiento.

Determinación de la ubicación y densidad de los rociadores:

La ubicación y la densidad de los rociadores se determinan en función de una serie de factores, como:

Tipo de ocupación: La norma establece diferentes requisitos para la ubicación y la densidad de los rociadores en función del tipo de ocupación, como viviendas, oficinas, almacenes e instalaciones industriales.

Altura del edificio: La altura del edificio también influye en la ubicación y la densidad de los rociadores, ya que los edificios más altos requieren una mayor protección contra incendios.

Riesgo de incendio: El riesgo de incendio de una ocupación se determina en función de una serie de factores, como la combustibilidad de los materiales presentes, la cantidad de personas que ocupan el edificio y los procesos que se llevan a cabo.

Tipos de sistemas de rociadores abordados por la NFPA 13:

La NFPA 13 aborda una amplia gama de sistemas de rociadores, incluyendo:

Sistemas de rociadores húmedos: Estos son los sistemas de rociadores más comunes y se utilizan en una amplia variedad de ocupaciones.

Sistemas de rociadores secos: Los sistemas de rociadores secos se utilizan en lugares donde el agua podría causar daños por congelación o donde existe un riesgo de inundaciones.

Sistemas de rociadores de preacción: Los sistemas de rociadores de preacción se utilizan en ocupaciones donde es importante minimizar el daño por agua, como en

museos o bibliotecas.

Sistemas de rociadores de diluvio: Los sistemas de rociadores de diluvio se utilizan en áreas donde es necesario extinguir rápidamente un incendio grande, como en hangares de aviones o depósitos de combustible.

3.1.3 Norma NFPA 704

La Asociación nacional de protección contra incendios de Estados Unidos (NFPA, National Fire Protection Association) diseñó la NFPA 704 como norma para la identificación de peligros en materiales de respuesta ante emergencias. Esta norma proporcionará un sistema sencillo, fácilmente reconocible y comprensible de identificación para dar una idea general de los peligros de un material y la gravedad de estos peligros en relación con la respuesta a emergencias.

La Norma NFPA 704 establece un sistema de identificación de riesgos para que, en un eventual incendio o emergencia, las personas afectadas puedan reconocer los riesgos de los materiales y su nivel de peligrosidad respecto del fuego y diferentes factores.

Se establece a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indicar los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.

El sistema consiste en asignar colores y números, y dar una “clasificación” a un producto, manejando una escala del 0 al 4, dependiendo del grado de su peligrosidad. Cada uno de estos peligros está asociado a un color específico.

Las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado.

- El azul hace referencia a los riesgos para la salud
- El rojo indica el peligro de inflamabilidad
- El amarillo señala los riesgos por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto.
- A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo).

En la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, ácidos, alcalinos, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.



Ilustración 1 Rombo NFPA 704, Fuente: sitio web

3.2 Tipos de Riesgos

3.2.1 Riesgos a la Salud

Se refiere básicamente a la capacidad de un material de causar daño a la salud a través del contacto o la entrada al cuerpo a través de las diferentes vías de entrada, como son la Inhalación, ingestión y contacto dérmico. Los daños a la salud resultantes del calor del fuego o debidos a la fuerza de la onda expansiva de una explosión, no están considerados en este sistema.

3.2.2 Riesgo de Inflamabilidad

La inflamabilidad se refiere al grado de susceptibilidad de los materiales a quemarse. Algunos materiales pueden arder bajo algunas condiciones específicas, pero no lo podrán hacer bajo otras, la forma o condición del material debe ser considerada y todas sus propiedades inherentes.

3.2.3 Riesgo de Inestabilidad

La inestabilidad se refiere a la susceptibilidad intrínseca de los materiales a liberar energía. Aplica a todos aquellos materiales capaces de liberar energía rápidamente por ellos mismos a través de una auto-reacción o polimerización.

3.2.4 Riesgo Específico

Los peligros especiales se refieren a la reactividad con el agua, propiedades oxidantes de los materiales que causan problemas especiales, y sustancias alcalinas.

3.3 ¿Por qué se produce el fuego? Norma NCh 934

3.3.1: ¿Qué es el fuego?

Es una reacción química, por medio de la cual se produce una rápida oxidación de un combustible.

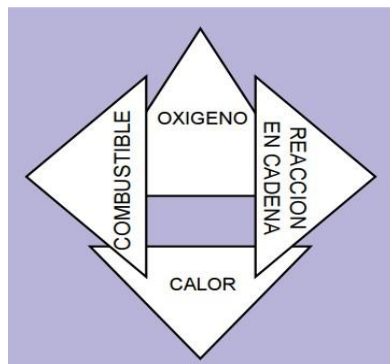


Ilustración 2 combustion del fuego, fuente: manual identificación del fuego ACHS

Combustión, oxígeno, calor y reacción del fuego

Cualquiera de estos elementos que falte, será suficiente para que no se genere el fuego o para que este se apague si ya se ha iniciado.

3.3.2 Factores del fuego

Combustible: Puede ser cualquier material sólido, líquido o gaseoso que puede entrar en combustión.

Calor: Es la energía necesaria para aumentar la temperatura del combustible hasta un punto donde se inicia su combustión.

Oxígeno: El fuego necesita de una atmósfera con 16% de oxígeno como mínimo para producir la reacción química. El aire que respiramos tiene un 21% de oxígeno.

Reacción en Cadena: Puede ocurrir cuando los otros tres factores están presentes en las condiciones y proporciones adecuadas. El fuego ocurre cuando esta reacción en cadena o combustión tiene lugar.

3.3.3 Tipos de fuego según la norma chilena NCh 934

La norma chilena NCH 934, clasifica los fuegos en las siguientes clases:

 El símbolo que se usa es la letra A (blanca) sobre un triángulo verde.	Fuegos de combustibles ordinarios como madera, papel, género, caucho y diversos plásticos.
 El símbolo usado es la letra B (blanca) sobre un cuadrado rojo.	Fuegos de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables y grasas
 El símbolo usado es la letra C (blanca) sobre un círculo de color azul.	Todo fuego que compromete equipos energizados con corriente eléctrica. Desconectada la energía, el fuego, según el tipo de combustible comprometido, corresponderá a uno de clase A, B ó D
 El símbolo usado es la letra D (blanca) sobre una estrella de 5 puntas de color amarillo.	Incluye la combustión de ciertos metales tales como magnesio, sodio, potasio, titanio, circonio, etc., que al arder alcanzan temperaturas muy elevadas (2.700 a 3.300 °C).

3.4 Métodos de extinción de incendios

1. Enfriamiento: Se utilizan agentes extinguidores como el agua, para enfriar los materiales combustibles involucrados, hasta temperaturas que no permitan su combustión.
2. Sofocación: Se desplaza el aire o se aísla el material en combustión mediante la aplicación de agua nebulizada o de espuma, reduciendo el oxígeno disponible para la combustión.
3. Segregación: Este método consiste en eliminar, retirar o cortar el suministro de combustible. Aunque esto es muchas veces difícil y peligroso, hay situaciones como fugas que involucran gases a presión, en que es la mejor solución.
4. Inhibición: Este método consiste en interrumpir la reacción en cadena que sostiene la combustión. Los agentes extinguidores más comunes son los polvos químicos secos (PQS) a base de bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio y fosfato de amonio, que capturan los radicales libres cuya concentración es fundamental en la velocidad de la reacción. En resumen, diremos que inhiben la oxidación y por lo tanto interrumpen la reacción en cadena.

3.5 Tipos de rociadores

Los rociadores contra incendios se clasifican en varios tipos según su diseño, aplicación y mecanismo de activación

Según el mecanismo de activación

Rociadores de Bulbo de Vidrio: Tienen un bulbo de vidrio lleno de líquido que se expande con el calor. Cuando la temperatura alcanza un cierto punto, el bulbo se rompe y activa el rociador.

Rociadores de Fusible Metálico: Utilizan un enlace metálico que se funde a una temperatura específica, liberando así el agua.

Rociadores de Acción Rápida: Diseñados para activarse más rápidamente que los rociadores estándar, utilizados en áreas de alto riesgo donde se requiere una respuesta rápida al fuego.

3.5.1 Según la Orientación del Chorro:

Rociadores de Montaje Superior (Upright): El deflector está en la parte superior del cuerpo del rociador, y el agua se descarga hacia arriba y luego se dispersa.

Rociadores de Montaje Inferior (Pendent): El deflector está en la parte inferior del cuerpo del rociador, y el agua se descarga hacia abajo.

Rociadores de Montaje Lateral (Sidewall): Diseñados para instalarse en paredes y descargar agua en un patrón semicircular hacia la habitación.

3.5.2 Según la Aplicación Específica:

Rociadores de Control de Incendios: Diseñados para controlar el fuego hasta que llegue el personal de emergencia, pero no necesariamente para extinguirlo por completo.

Rociadores de Supresión de Incendios: Diseñados para extinguir el fuego por completo.

Rociadores de Refrigeración (Water Mist): Utilizan una niebla fina de agua para absorber el calor y sofocar el fuego, a menudo utilizados en áreas donde el daño por agua debe ser minimizado.

Rociadores para Cocinas (Kitchens): Diseñados para manejar fuegos de grasa y aceite en cocinas comerciales.

3.5.3 Según el Ambiente de Instalación:

Rociadores de Bajo Perfil: Utilizados en aplicaciones donde el espacio es limitado, como en falsos techos.

Rociadores de Alta Resistencia a la Corrosión: Hechos de materiales que resisten la corrosión, utilizados en ambientes corrosivos como plantas químicas y áreas costeras.

3.5.4 Según la Clasificación de Riesgo:

Rociadores de Riesgo Ligero: Utilizados en edificios residenciales, oficinas, escuelas y lugares donde el riesgo de incendio es bajo.

Rociadores de Riesgo Ordinario: Utilizados en edificios comerciales, almacenes, teatros, donde el riesgo de incendio es medio.

Rociadores de Riesgo Extraordinario: Utilizados en industrias, fábricas, y lugares donde el riesgo de incendio es alto.

Cada tipo de rociador está diseñado para funcionar de manera óptima en situaciones específicas, y la selección adecuada depende de factores como el tipo de riesgo de incendio, el entorno de instalación y las normas de seguridad aplicables.

3.6 Importancia del factor k

3.6.1 Factor K en Rociadores Contra Incendios

El factor K es una medida crucial en el diseño y funcionamiento de los rociadores contra incendios. Este factor determina la cantidad de agua que un rociador puede descargar a una determinada presión. El conocimiento del factor K es esencial para el diseño de sistemas de rociadores efectivos y eficientes.

3.6.2 Definición del Factor K

El factor K es un coeficiente que representa la relación entre el flujo de agua (Q) y la presión (P) en un rociador. La fórmula utilizada para calcular el flujo de agua es:
donde:

Q: es el caudal de agua en galones por minuto (gpm) o litros por minuto (lpm).

K: es el factor de descarga del rociador.

P: es la presión en libras por pulgada cuadrada (psi) o en bar.

Importancia del Factor K

Diseño del Sistema: Ayuda a determinar el tamaño de la tubería y el número de rociadores necesarios para cubrir una determinada área.

Eficiencia de Extinción: Un factor K adecuado asegura que se descargue la cantidad correcta de agua para extinguir un incendio sin causar daños excesivos por agua.

Compatibilidad: Asegura que los rociadores utilizados sean compatibles con las bombas y otros componentes del sistema de extinción.

3.6.3 Clasificación de Rociadores Según el Factor K

Los rociadores contra incendios se clasifican según su factor K, que varía dependiendo del tipo y aplicación del rociador. Algunos ejemplos comunes son:

Rociadores de Bajo Factor K ($K \leq 5.6$): Utilizados en aplicaciones residenciales o en áreas con bajas demandas de agua.

Rociadores de Factor K Medio ($5.6 < K \leq 11.2$): Comúnmente utilizados en aplicaciones comerciales e industriales.

Rociadores de Alto Factor K ($K > 11.2$): Utilizados en aplicaciones de alto desafío, como almacenes de almacenamiento en altura, donde se requieren grandes volúmenes de agua para controlar incendios rápidamente.

3.7 Normas generales sobre prevención de incendio en edificios

- NCh 933 Terminología.
- NCh 934 Clasificación de fuegos.
- Normas de resistencia al fuego: NCh 935/1 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción general.
- NCh 935/2 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
- NCh 2209 Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados.
- Normas sobre señalización en edificios:
- NCh 2111 Señales de seguridad.

- NCh 2189 Condiciones básicas.
- Normas sobre elementos de protección y combate contra incendios:
- NCh 1429 Extintores portátiles - Terminología y definiciones.
- NCh 1430 Extintores portátiles - Características y rotulación.
- NCh 1433 Ubicación y señalización de los extintores portátiles.
- NCh 1646 Grifo de incendio - Tipo columna de 100 mm - Diámetro nominal.
- Normas sobre rociadores automáticos:
- NCh 2095/1 Sistemas de rociadores- Parte 1: Terminología, características y clasificación.
- NCh 2095/2 Sistemas de rociadores- Parte 2: Equipos y componentes.
- NCh 2095/3 Sistemas de rociadores- Parte 3: Requisitos de los sistemas y de instalación.
- NCh 2095/4 Sistemas de rociadores- Parte 4: Diseño, planos y cálculos.
- NCh 2095/5 Sistemas de rociadores- Parte 5: Suministro de agua. NCh 2095/6 Sistemas de
- Mientras no se dicten las demás Normas Técnicas Oficiales sobre sistemas de rociadores, los Estudios de Seguridad podrán utilizar las normas NFPA 13 de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
- National Fire Protection Association (N.F.P.A.)

3.8 Clasificación de las ocupaciones

La norma NFPA 13, “Standard for the Installation of Sprinkler Systems”, establece una clasificación de riesgos para los diferentes tipos de ocupaciones, que está relacionada únicamente con el diseño, instalación y requerimientos de suministro de agua para los sistemas de rociadores contra incendios.

La clasificación de riesgo de ocupación provee un medio conveniente de categorización

de las cargas de combustible y la severidad del fuego asociado con ciertas operaciones en una edificación. Las clases de riesgo son presentadas como descripciones cualitativas en vez de medidas cuantificables.

La clasificación de la ocupación es la primera decisión importante que debe tomar quien diseña un sistema de rociadores contra incendios.

3.8.1 ¿Por qué se deben clasificar las ocupaciones?

La clasificación adecuada de una ocupación es una tarea crítica debido a que de ello depende que el sistema de rociadores pueda diseñarse apropiadamente, dado que esto impacta aspectos claves como el tipo de rociadores a utilizar, el criterio de descarga de los rociadores, el espaciamiento entre rociadores y la determinación de la demanda de agua del sistema; que influyen en su efectividad durante un incendio.

3.8.2 Clasificación de las ocupaciones

La norma NFPA 13 clasifica las ocupaciones de la siguiente manera:

- a) Ocupaciones de Riesgo Ligero
- b) Ocupaciones de Riesgo Ordinario, grupo 1 y grupo 2
- c) Ocupaciones de Riesgo Extra, grupo 1 y grupo 2

3.8.3 Definiciones de las clases de ocupaciones y ejemplos

Para cada clase de riesgo la norma NFPA 13 establece una definición, que debe ser analizada y aplicada con sentido crítico al momento de categorizar una ocupación. Los ejemplos que se indican para cada clasificación son generales y como tal deben considerarse; es conveniente que el diseñador aplique el juicio experto para proponer la clasificación que más se ajuste al escenario que se esté tratando, y de esa manera lograr el mejor diseño del sistema de rociadores.

3.8.4 Ocupaciones riesgo ligero

Son las ocupaciones o porciones de otras donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se esperan incendios con bajo índice de liberación de calor.

Las ocupaciones de riesgo Ligero incluyen aquellas que tienen usos y condiciones similares a las siguientes:

Iglesias, Clubes, Instituciones educacionales (salones de clases) Hospitales, incluidos los hospitales de animales y las instalaciones veterinarias, Centros penitenciarios y de atención psiquiátrica, Librerías, excepto salones con grandes estanterías, Museos, Asilos y hogares de convalecencia, Oficinas, incluyendo procesamiento de datos, Residencias, Áreas de sillas en restaurantes, Teatros y auditorios, excluyendo escenarios y prosenios, Áticos no usados.

3.8.5 Ocupación de riesgo ordinario

Las ocupaciones de Riesgo Ordinario se dividen en: Riesgo Ordinario Grupo 1 y Riesgo Ordinario Grupo 2.

Riesgo Ordinario Grupo 1: Son las ocupaciones o porciones de otras donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las existencias de mercancías combustibles almacenados no exceden los 2,4 m (8 pies) de altura, y se esperan incendios con índice de liberación de calor moderado.

Las ocupaciones de riesgo Ordinario Grupo 1: incluyen aquellas que tienen usos y condiciones similares a las siguientes:

Salas de exhibición y estacionamiento de automóviles, Panaderías, Fábricas de bebidas, Fábricas de conservas, Manufactura y procesamiento de productos lácteos, Plantas de electrónica, Manufactura de vidrio y productos de vidrio, Lavanderías, Áreas de servicio de restaurantes, Cuartos de mecánica.

Riesgo Ordinario Grupo 2: Son las ocupaciones o porciones de otras donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderada a alta, las existencias de mercancías almacenadas con moderado índice de liberación de calor no exceden los 3,7 m (12 pies) de altura, y las existencias de mercancías almacenadas con alto índice de liberación de calor no exceden los 2,4 m (8 pies) de altura.

Las ocupaciones de riesgo Ordinario Grupo 2 incluyen aquellas que tienen usos y condiciones similares a las siguientes:

Instalaciones agrícolas, Graneros y establos, Molinos de cereales, Plantas

químicas, ordinarias, Productos de confitería, Destilerías, Tintorerías al seco, Molinos de alimentos, Establos de caballos, Manufacturas de bienes de piel, Librerías, salones de grandes estanterías, Tiendas de maquinaria, Trabajos en metales, Centros mercantiles, Molinos de pulpa y papel, Plantas de proceso de papel, Muelles y embarcaderos Fabricación de plásticos, incluyendo moldeo por soplado, extrusión y mecanizado; excluyendo las operaciones con fluidos hidráulicos combustibles, Oficinas postales, Imprentas y artes gráficas, Garajes de reparación de autos, Áreas de aplicación de resina, Escenarios, Manufacturas textiles, Fábricas de cauchos, Manufacturas de productos de tabaco, Maquinado de madera, Ensamblaje de productos de madera.

3.8.6 Ocupaciones de riesgo extra

Las ocupaciones de Riesgo Extra se dividen en: Riesgo Extra-Grupo 1 y Riesgo Extra Grupo 2.

Riesgo Extra-Grupo 1: Son las ocupaciones o porciones de otras donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y están presentes polvos, pelusas u otros materiales similares, introduciendo la probabilidad de desarrollar rápidamente incendios con alto índice de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

Las ocupaciones de riesgo Extra-Grupo 1 incluyen aquellas que tienen usos y condiciones similares a las siguientes:

Hangares de avión (excepto los regidos por la NFPA 409), áreas de uso de fluido hidráulico combustible, fundiciones, extrusión de metales, manufactura de tablas de aglomerado y contrachapado, imprentas (que usan tintas con punto de inflamación menor a 38°C), recuperación, composición, secado, molido y vulcanizado de cauchos, aserraderos, selección, apertura, mezclado, peinado o cardado de textiles, combinación de algodón, fibras sintéticas, lana o estopa, tapizado con goma espuma.

Riesgo Extra-Grupo 2: Son las ocupaciones con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles o donde se resguarden cantidades extensas de combustibles.

Las ocupaciones de riesgo Extra-Grupo 2 incluyen aquellas que tienen usos y condiciones similares a las siguientes:

Saturación de asfalto, pulverización de líquidos inflamables, revestimiento con líquido, templado con aceite en tina abierta, procesamiento de plásticos, limpieza con solventes, barnizado y pintado por inmersión, sistemas de elevación y estacionamiento de vehículos con 2 vehículos apilados verticalmente.

3.9 Curvas de densidad/área para sistema de rociadores

Actualmente, la norma para diseño e instalación de los sistemas de rociadores automáticos más ampliamente utilizada y aceptada es la NFPA 13, “Standard for the Installation of Sprinkler Systems”; en la misma se establecen los criterios y requerimientos para los diseños y cálculos. Para los sistemas de rociadores pulverizadores estándar, la base del diseño y determinación del suministro de agua son las curvas de densidad/área, las cuales pueden considerarse como el reflejo de la experiencia histórica con el concepto de “control de incendios”.

Las curvas de densidad/área describen gráficamente múltiples puntos de diseño para cada clase de riesgo de ocupación (Ligero, Ordinario grupos 1 y 2, y Extra grupos 1 y 2); a cada punto de la curva corresponde un área donde se presume que operarán los rociadores y que descargarán un determinado volumen de agua que permitirá controlar el incendio. Esto es el punto de partida para determinar el requerimiento de caudal y presión del sistema de rociadores.

3.9.1 Las primeras curvas de densidad/área

La norma NFPA 13 abordó por primera vez los cálculos hidráulicos para sistemas de rociadores en su edición de 1955, pero su aplicación se limitó esencialmente a los sistemas tipo diluvio y de agua pulverizada; hasta la inclusión de los criterios de densidad/área en la edición de 1972. En la misma se presentaron las curvas densidad/área a utilizarse para el diseño de sistemas de rociadores hidráulicamente calculados, proporcionando a los diseñadores un rango de densidades de descarga y áreas de aplicación.

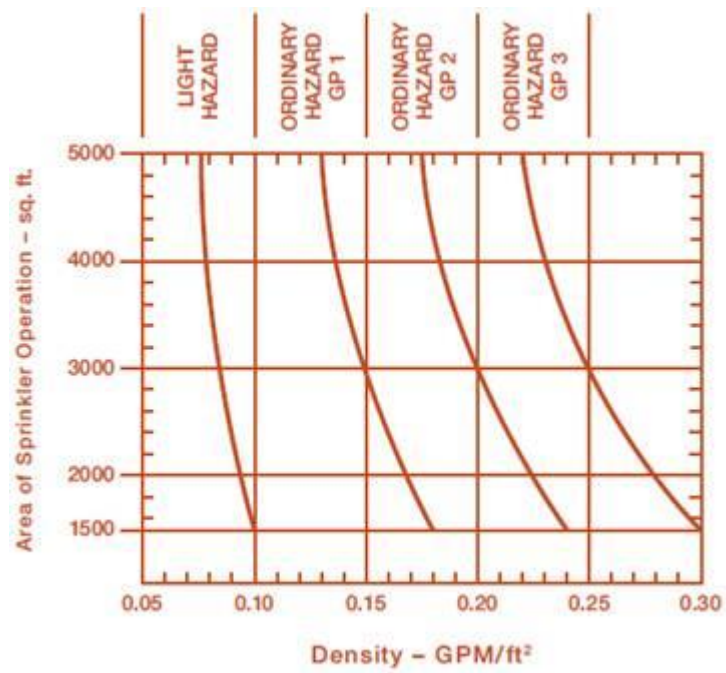


Ilustración1 Cuervas Densidad/área, fuente: NFPA 13 edición 1972

3.9.2 Evolución de las curvas de densidad/área

Para la edición del año 1974 de la norma NFPA 13, las curvas densidad/área fueron analizadas, revisadas y modificadas significativamente, y fueron publicadas como se muestra en la siguiente figura.

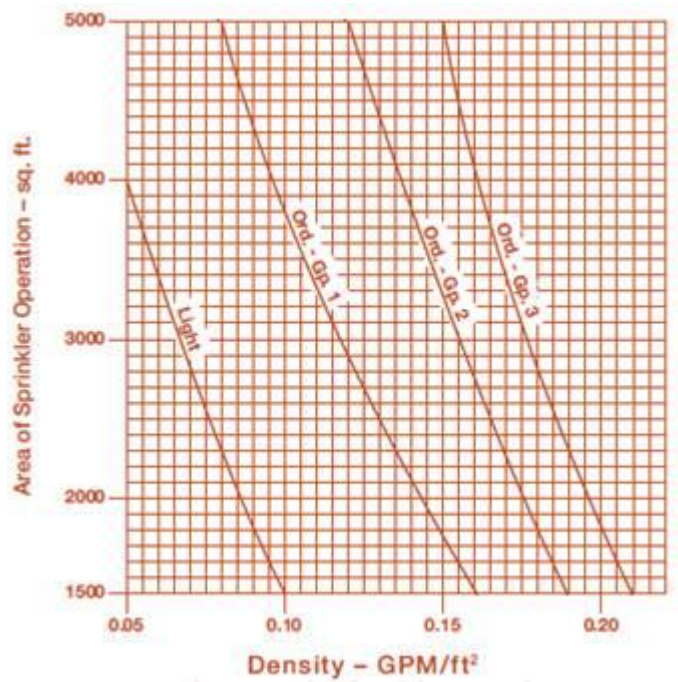


Ilustración 4 Curvas Densidad/área NFPA 13 edición 1974

Las curvas densidad/área para riesgos Ordinarios aparecen desplazadas hacia la izquierda, con respecto a la edición de 1972, reduciendo ligeramente los requerimientos de densidad para cualquier área de operación. La curva para riesgo Ligero en la edición de 1974 se redujo desde un área de operación de 5.000 pie² (465 m²), con una densidad de 0,075 GPM/ft² (3 mm/min), hasta un área de operación de 4.000 pie² (372 m²) con una densidad requerida de 0,05 GPM/ft² (2 mm/min).

Las curvas densidad/área se mantuvieron sin cambios hasta la edición de 1991 de NFPA 13, con una excepción. En 1978, se añadieron las curvas para los Riesgos Extra grupos 1 y 2 en el Apéndice, como una orientación para ocupaciones que involucraran una amplia gama de variables que podrían producir incendios severos.

3.9.3 Actualidad

Para la edición de 1991 de NFPA 13, se institucionalizaron un número de cambios que afectaron todas las curvas densidad/área. Estas son las curvas que actualmente se encuentra en la norma. Ya no aparece una curva para riesgo Ordinario grupo 3 sino que se combinó con la curva para riesgo Ordinario grupo 2, resultando una curva para riesgo Ordinario grupo 2 revisada, con un punto de diseño de 0,2 GPM/ft² (8,1mm/min) sobre 1.500ft²(139 m2). Además, las curvas ya no son arcos, sino que todas están representadas como relaciones lineales.

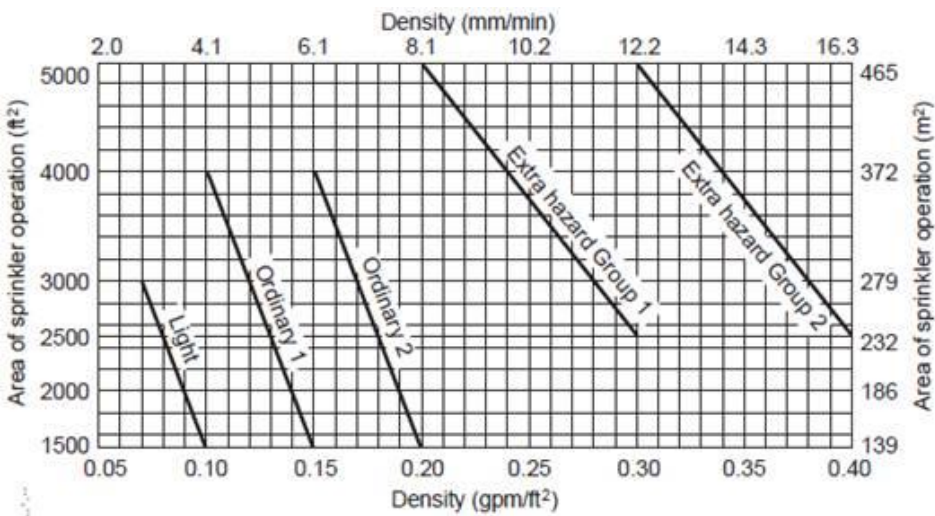


Ilustración 5 Curvas Densidad/área NFPA 13 actual

CAPÍTULO 4

4.1 Análisis de la situación actual.

El cuarto de bombas de la universidad, destinado exclusivamente al riego de la cancha de pasto, presenta un problema significativo al no poder suministrar agua a la red de contraincendios de los edificios universitarios. Esta situación pone en evidencia la falta de consideración inicial para integrar una línea de suministro adecuada que pudiera atender emergencias de incendio, lo que incrementa el riesgo para la seguridad de la comunidad universitaria.



Ilustración 6: tablero electro funcionamiento de las bombas fuente: elaboración propia



Ilustración 7 bomba principal sistema de riego, fuente: UTFSM sede Concepción



Ilustración 8 bomba secundaria inhabilitada, fuente: UTFSM sede Concepción

Además, como se puede observar en las imágenes, ningún nivel de la biblioteca cuenta

con rociadores contra incendios. Esto representa un gran riesgo en caso de iniciación de fuego, poniendo en peligro no solo la estructura del edificio sino también la seguridad de los alumnos y profesores. La biblioteca es uno de los lugares más transitados, ya que alberga salas de estudio y oficinas de profesores.

Como se mencionó anteriormente, la biblioteca se clasifica dentro del grupo "Ordinary 1" según las ocupaciones bajo la norma NFPA. Según esta normativa, es obligatorio contar con un sistema de rociadores contra incendios en este tipo de ocupaciones.

Para mejorar la seguridad contra incendios en la biblioteca y cumplir con la normativa NFPA, es crucial considerar la instalación de un sistema de rociadores en todos los niveles. Esto garantizará una respuesta rápida y efectiva en caso de incendio, protegiendo tanto a las personas como a los bienes materiales.



Ilustración 9 nivel 1 de la biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede Concepción



Ilustración 10 nivel 2 UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede Concepción



Ilustración 11 nivel 3 UTFSM sede Concepción, fuente; UTFSM sede Concepción



Ilustración 12UTFSM sede Concepción, fuente; UTFSM sede Concepción

4.2 Análisis del Problema

Sistema de Bombas Existente: El cuarto de bombas está diseñado exclusivamente para el riego de la cancha de pasto y no puede suministrar agua a la red de contraincendios.

Falta de Conexión a la Red de Contraincendios: No se consideró una línea de suministro de agua a los edificios universitarios en caso de incendio.

Ausencia de Rociadores en la Biblioteca: Ningún nivel de la biblioteca cuenta con rociadores contra incendios, lo que representa un gran riesgo para la estructura, los alumnos y profesores.

Clasificación de la Biblioteca: Según la normativa NFPA, la biblioteca se clasifica como "Riesgo Ordinario Grupo 1", lo que requiere un sistema de rociadores contra incendios.

4.2.1 Posibles Causas del Problema

Planificación Inadecuada:

Falta de Evaluación de Riesgos: La fase de diseño no incluyó una evaluación completa de los riesgos de incendio.

Prioridades Incorrectas: Se priorizó el riego de la cancha sobre la seguridad contra incendios de los edificios.

Errores en el Diseño del Sistema:

Diseño Focalizado: El diseño del cuarto de bombas se enfocó solo en el riego, sin considerar necesidades hídricas adicionales.

Omisión de Normativas: No se siguieron las normativas NFPA que exigen rociadores en ocupaciones clasificadas como "Riesgo Ordinario Grupo 1".

Limitaciones Presupuestarias:

Presupuesto Insuficiente: La falta de fondos llevó a la exclusión de la red de contraincendios.

Distribución Inadecuada de Recursos: Recursos financieros mal

distribuidos priorizando otras áreas del proyecto.

Problemas de Coordinación:

Falta de Comunicación: La falta de comunicación entre departamentos resultó en la omisión de la red de contraincendios y rociadores en la biblioteca.

Descoordinación en la Implementación: Problemas de implementación causaron errores y omisiones críticas.

Actualización y Mantenimiento:

Obsolescencia del Sistema: El sistema de bombas es antiguo y no actualizado para cumplir con las necesidades actuales.

Mantenimiento Deficiente: Falta de mantenimiento adecuado contribuyó a la incapacidad del sistema para suministrar agua a la red de contraincendios.

4.3 Factores para tener en cuenta en la implementación del proyecto

El proyecto de protección contra incendios para la biblioteca universitaria de la Universidad Técnica Federico Santa María sede concepción (UTFSM) se ha concebido con una visión integral y detallada. Para garantizar su viabilidad, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los riesgos inherentes a todas las áreas de la biblioteca, considerando cada sala y nivel específico.

Para ello, se realizará una evaluación detallada de cada sala en la biblioteca, identificando las características específicas de cada una, desde la Sala de Estudio C-107 hasta las Salas de Lectura C-207 y C-210, así como todas las demás áreas, pasillos y salas de profesores en los niveles segundo, tercero y cuarto del Edificio "C".

En este proceso, se tendrán en cuenta las particularidades de cada espacio, incluyendo la naturaleza de los materiales presentes, la posible presencia de equipos electrónicos y eléctricos, así como cualquier otra característica que pueda influir en la seguridad contra incendios.

El análisis de riesgos será integral, abordando aspectos como la naturaleza de los materiales presentes, la posible presencia de equipos electrónicos y eléctricos, así como cualquier otra particularidad que pueda influir en la seguridad contra incendios. Este enfoque completo nos permitirá evitar o mitigar los riesgos más complicados y diseñar soluciones específicas para cada área de la biblioteca, asegurando así la protección efectiva de nuestros estudiantes, profesores y personal en cualquier escenario.

Al finalizar el proyecto, nuestra biblioteca estará equipada con un sistema de protección contra incendios que no solo cumple con los estándares básicos, sino que también está adaptado a las particularidades de cada espacio, garantizando un nivel óptimo de seguridad para todos los ocupantes. Este enfoque meticuloso es crucial para mantener la integridad del espacio de aprendizaje y preservar la tranquilidad de quienes utilizan nuestra biblioteca en sus actividades académicas y de investigación.



Ilustración 13 Biblioteca USM sede concepción fuente: sitio web

4.4 Arquitectura edificio C

4.4.1 Nivel 1 biblioteca UTFSM sede Concepción

ARQUITECTURA EDIFICIO C

PLANTA ARQUITECTURA 1° NIVEL

ESCALA 1:100

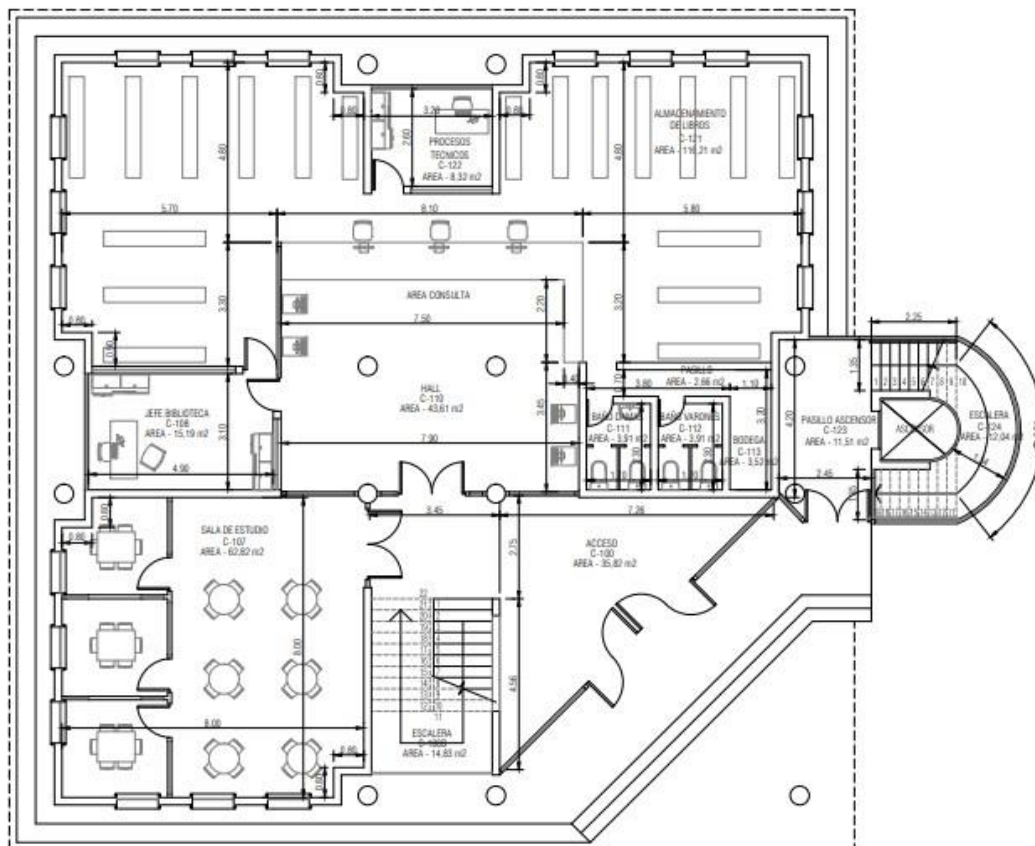


Ilustración 14 Plano primer nivel de la biblioteca UTFSM sede concepción, fuente: universidad técnica Federico santa maría.

4.4.2 Nivel 2 biblioteca UTFSM sede Concepción

ESCALA 1:100



4.4.3 Nivel 3 biblioteca UTFSM sede Concepción

ARQUITECTURA EDIFICIO C

PLANTA ARQUITECTURA 3° NIVEL

ESCALA 1:100

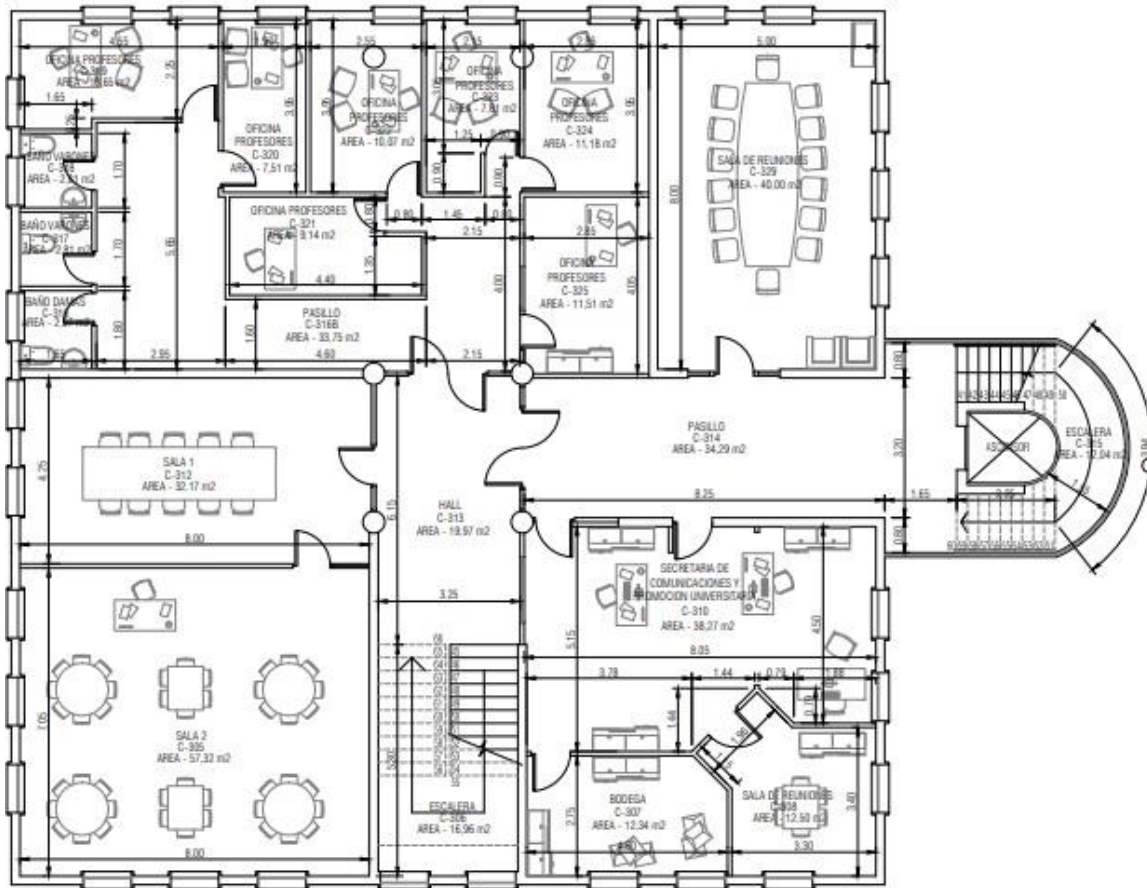


Ilustración 16 Plano tercer nivel de la biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: Universidad técnica Federico Santa María.

ESCALA 1:100

45

4.5 Riesgos potenciales

Basándonos en la información proporcionada sobre la estructura y las actividades en la biblioteca de la Universidad Técnica Federico Santa María, podemos identificar varios riesgos potenciales de incendio. Estos riesgos incluyen:

Materiales Inflamables: La presencia de libros, muebles, equipos eléctricos y electrónicos en la biblioteca puede aumentar el riesgo de incendio, especialmente si estos materiales son inflamables o están en mal estado.

Equipos Eléctricos: La biblioteca contiene equipos eléctricos como computadoras, luces, enchufes, y otros dispositivos electrónicos. Los cortocircuitos eléctricos o el mal funcionamiento de estos equipos pueden causar incendios.

Sistemas de Iluminación: La iluminación inadecuada o los sistemas eléctricos defectuosos pueden generar calor y aumentar el riesgo de incendio, especialmente si entran en contacto con materiales inflamables.

Sistemas de Calefacción y Aire Acondicionado: Los sistemas de calefacción pueden generar calor excesivo, mientras que los sistemas de aire acondicionado pueden presentar riesgos si no se mantienen adecuadamente, incluyendo la acumulación de polvo y obstrucciones.

Fuentes de Ignición: La presencia de personas fumando en áreas no designadas o el uso incorrecto de fuentes de calor, como calentadores portátiles, pueden desencadenar incendios.

Almacenamiento de Materiales: Los materiales de archivo y almacenamiento pueden acumularse y bloquear las salidas de emergencia, lo que representa un riesgo significativo en caso de incendio.

Sistemas de Climatización: Los sistemas de climatización mal mantenidos pueden generar calor adicional y, en combinación con la acumulación de polvo, aumentar el riesgo de incendio.

Condiciones de Mantenimiento: La falta de mantenimiento regular en sistemas eléctricos, sistemas de rociadores, extintores de incendios y sistemas de alarma contra incendios puede disminuir la eficacia de estos dispositivos en caso de un incendio.

Falta de Conciencia y Capacitación: La falta de conciencia sobre los procedimientos de seguridad contra incendios y la falta de capacitación adecuada para el personal y los

usuarios pueden llevar a una respuesta inadecuada en caso de un incendio.

Generadores de Calor Externo: En áreas cercanas a la biblioteca, como áreas de estudio al aire libre o salones, el uso inadecuado de velas, lámparas de calor o dispositivos similares puede representar un riesgo potencial.

Para mitigar estos riesgos, es crucial realizar inspecciones regulares, mantener los sistemas eléctricos y de seguridad en buen estado, educar a los usuarios sobre las normas de seguridad, y contar con un plan de evacuación claro y práctico. Además, la instalación adecuada de sistemas de rociadores automáticos, detectores de humo y alarmas contra incendios puede ser esencial para proteger la biblioteca y a las personas que la utilizan.

4.6 Se realizará levantamiento de los pisos de la biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción

4.6.1 Nivel 1 biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción:

ARQUITECTURA EDIFICIO C
PLANTA ARQUITECTURA 1° NIVEL
ESCALA 1:100

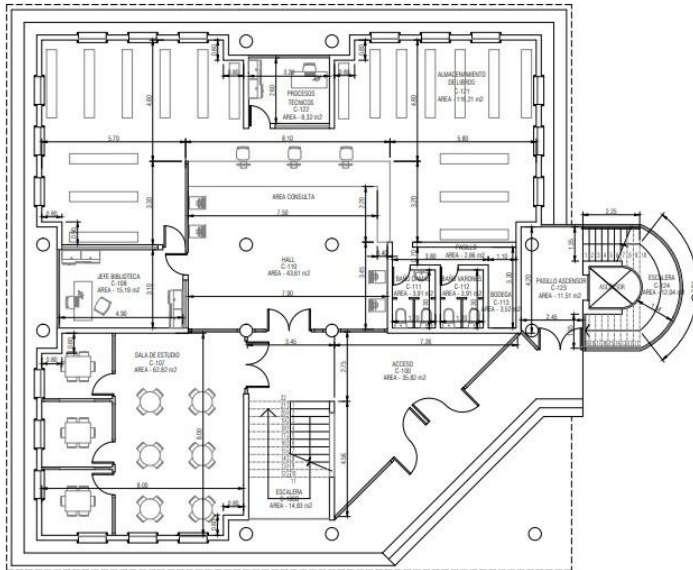


Ilustración 18 Plano cuarto nivel de la biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: universidad técnica Federico santa maría.

Área Total: El primer nivel de la biblioteca tiene una superficie total de 334.95 m²=3605,37ft²

Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13: tiene una combustibilidad baja con una cantidad moderada de materiales combustibles, y las mercancías almacenadas no exceden los 2,4 metros de altura. Se espera que cualquier incendio tenga un índice de liberación de calor moderado. Para esta clasificación, el sistema de rociadores debe incluir rociadores diseñados específicamente para Riesgo Ordinario Grupo 1, con un espaciamiento y diseño adecuado para garantizar una cobertura efectiva. Es crucial mantener el sistema mediante inspecciones regulares para asegurar su funcionamiento en caso de emergencia.

Funciones Específicas:

AREAS EDIFICIO "C" BIBLIOTECA				
SALAS PRIMER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-107	SALA DE ESTUDIO	62,82	BIBLIOTECA	
TOTAL SALAS PRIMER PISO		62,82		
OFICINAS PRIMER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-108	JEFE DE BIBLIOTECA	15,19	BIBLIOTECA	
C-122	PROCESOS TECNICOS	8,32	BIBLIOTECA	
TOTAL OFICINAS PRIMER PISO		23,51		
SERVICIOS PRIMER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-111	BAÑO DAMAS	3,91	BIBLIOTECA	
C-112	BAÑO VARONES	3,91	BIBLIOTECA	
C-113	BODEGA	3,52	BIBLIOTECA	
TOTAL SERVICIOS PRIMER PISO		11,34		
CIRCULACION PRIMER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-100	ACCESO	35,82	USO COMUN	
C-100B	ESCALERA	14,83	USO COMUN	
C-110	HALL	43,61	USO COMUN	
C-123	PASILLO ASCENSOR	11,51	USO COMUN	
C-124	ESCALERA	12,04	USO COMUN	
-	PASILLO	2,66	BIBLIOTECA	
TOTAL CIRCULACION PRIMER PISO		120,47		
VARIOS PRIMER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-121	ALMACENAMIENTO DE LIBROS	116,21	BIBLIOTECA	
TOTAL VARIOS PRIMER PISO		116,21		
AREA TOTAL PRIMER PISO		334,35		

Ilustración 19 áreas nivel 1 biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede concepción

4.6.2 Nivel 2 biblioteca Universidad Federico Santa María sede Concepción:

ARQUITECTURA EDIFICIO C
PLANTA ARQUITECTURA 2º NIVEL
ESCALA 1:100

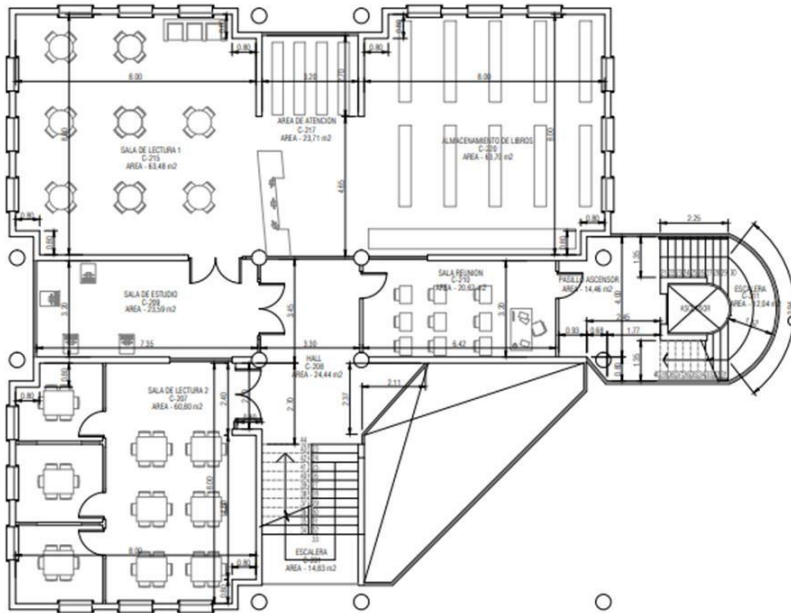


Ilustración 20 Plano segundo nivel de la biblioteca USM sede concepción, fuente: universidad técnica Federico santa maría.

Área: el segundo nivel de la biblioteca tiene un área de $321.67 \text{ m}^2 = 3465,22 \text{ ft}^2$

Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13: tiene una combustibilidad baja con una cantidad moderada de materiales combustibles, y las mercancías almacenadas no exceden los 2,4 metros de altura. Se espera que cualquier incendio tenga un índice de liberación de calor moderado. Para esta clasificación, el sistema de rociadores debe incluir rociadores diseñados específicamente para Riesgo Ordinario Grupo 1, con un espaciamiento y diseño adecuado para garantizar una cobertura efectiva. Es crucial mantener el sistema mediante inspecciones regulares para asegurar su funcionamiento en caso de emergencia.

Funciones Específicas:

AREAS EDIFICIO "C" BIBLIOTECA				
SALAS SEGUNDO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-207	SALA DE LECTURA 2	60,80	BIBLIOTECA	
C-209	SALA DE ESTUDIO	23,59	BIBLIOTECA	
C-210	SALA DE REUNION	20,62	SECRETARIA DOCENTE	
C-215	SALA DE LECTURA 1	63,48	BIBLIOTECA	
TOTAL SALAS SEGUNDO PISO		168,49		
OFICINAS SEGUNDO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-217	AREA DE ATENCION	23,71	BIBLIOTECA	
TOTAL OFICINAS SEGUNDO PISO		23,71		
CIRCULACION SEGUNDO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-201	ESCALERA	14,83	USO COMUN	
C-208	HALL	24,44	USO COMUN	
C-211	ESCALERA	12,04	USO COMUN	
-	PASILLO ASCENSOR	14,46	BIBLIOTECA	
TOTAL CIRCULACION SEGUNDO PISO		65,77		
VARIOS SEGUNDO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-220	ALMACENAMIENTO DE LIBROS	63,70	BIBLIOTECA	
TOTAL VARIOS SEGUNDO PISO		63,70		
AREA TOTAL SEGUNDO PISO		321,67		

Ilustración 21 áreas nivel 2 biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede concepción

4.6.3 Nivel 3 biblioteca universidad Federico santa maría sede concepción:

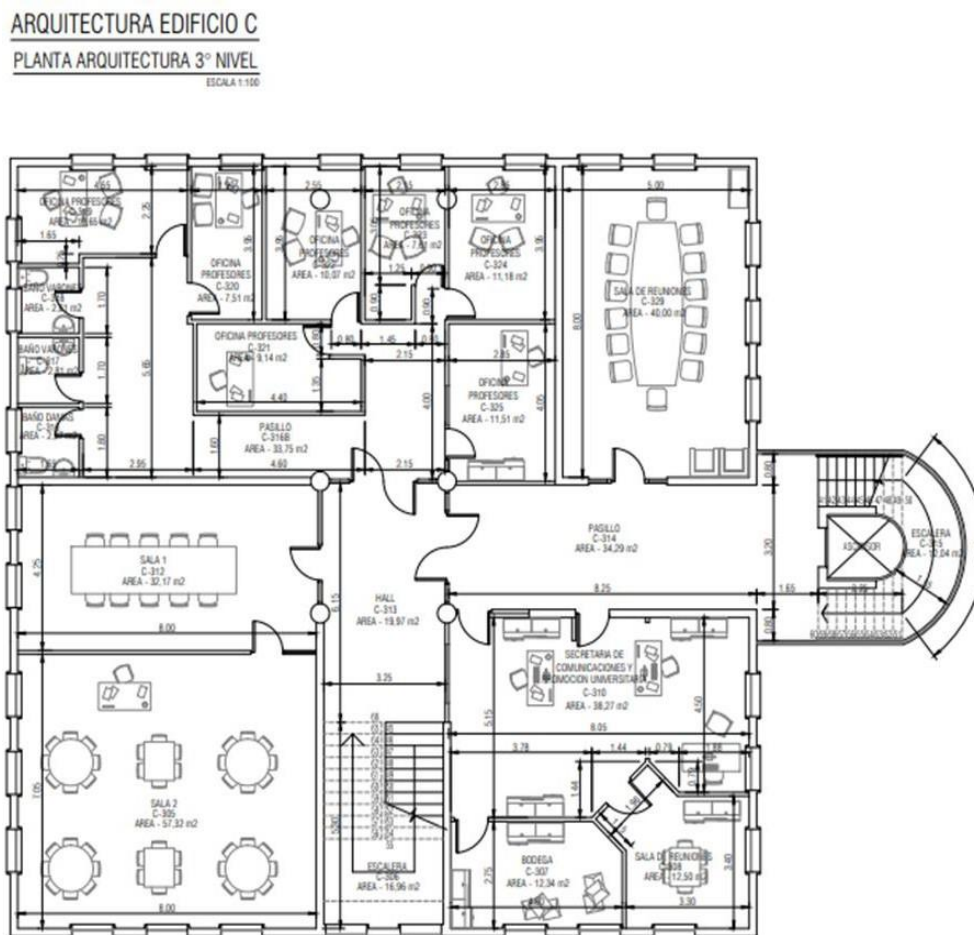


Ilustración 22 nivel 3 biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: Universidad Federico Santa María

Área: el tercer nivel de la biblioteca tiene un área total de $385.87 \text{ m}^2 = 4146,36 \text{ ft}^2$

Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13: tiene una combustibilidad baja con una cantidad moderada de materiales combustibles, y las mercancías almacenadas no exceden los 2,4 metros de altura. Se espera que cualquier incendio tenga un índice de liberación de calor moderado. Para esta clasificación, el sistema de rociadores debe incluir rociadores diseñados específicamente para Riesgo Ordinario Grupo 1, con un espaciamiento y diseño adecuado para garantizar una cobertura efectiva. Es crucial mantener el sistema mediante inspecciones regulares para asegurar su funcionamiento en caso de emergencia.

Funciones Específicas:

AREAS EDIFICIO "C" BIBLIOTECA				
SALAS TERCER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-305	SALA 2	57,32	BIBLIOTECA	
C-312	SALA 1	32,17	BIBLIOTECA	
TOTAL SALAS TERCER PISO		89,49		
OFICINAS TERCER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-308	SALA DE REUNIONES	12,50	SEC. COMUNICACIONES	
C-310	SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y PROMOCION UNIVERSITARIA	38,27	SEC. COMUNICACIONES	
C-319	OFICINA PROFESOR	10,65	PROFESORES	
C-320	OFICINA PROFESOR	7,51	PROFESORES	
C-321	OFICINA PROFESOR	9,14	PROFESORES	
C-322	OFICINA PROFESOR	10,07	PROFESORES	
C-323	OFICINA PROFESOR	7,61	PROFESORES	
C-324	OFICINA PROFESOR	11,18	PROFESORES	
C-325	OFICINA PROFESOR	11,51	PROFESORES	
C-329	SALA DE REUNIONES	40,00	PROFESORES	
TOTAL OFICINAS TERCER PISO		158,44		
SERVICIOS TERCER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-307	BODEGA	12,34	SEC. COMUNICACIONES	
C-316	BAÑO DAMAS	2,97	PROFESORES	
C-317	BAÑO VARONES	2,81	PROFESORES	
C-318	BAÑO VARONES	2,81	PROFESORES	
TOTAL SERVICIOS TERCER PISO		20,93		
CIRCULACION TERCER PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-306	ESCALERA	16,96	USO COMUN	
C-313	HALL	19,97	USO COMUN	
C-314	PASILLO	34,29	USO COMUN	
C-315	ESCALERA	12,04	USO COMUN	
C-316B	PASILLO	33,75	USO COMUN	
TOTAL CIRCULACION		117,01		
AREA TOTAL TERCER PISO		385,87		

Ilustración 23 áreas nivel 3 biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede concepción

4.6.4 Nivel 4 biblioteca Universitaria Federico Santa María sede Concepción

ARQUITECTURA EDIFICIO C

PLANTA ARQUITECTURA 4º NIVEL

ESCALA 1:100

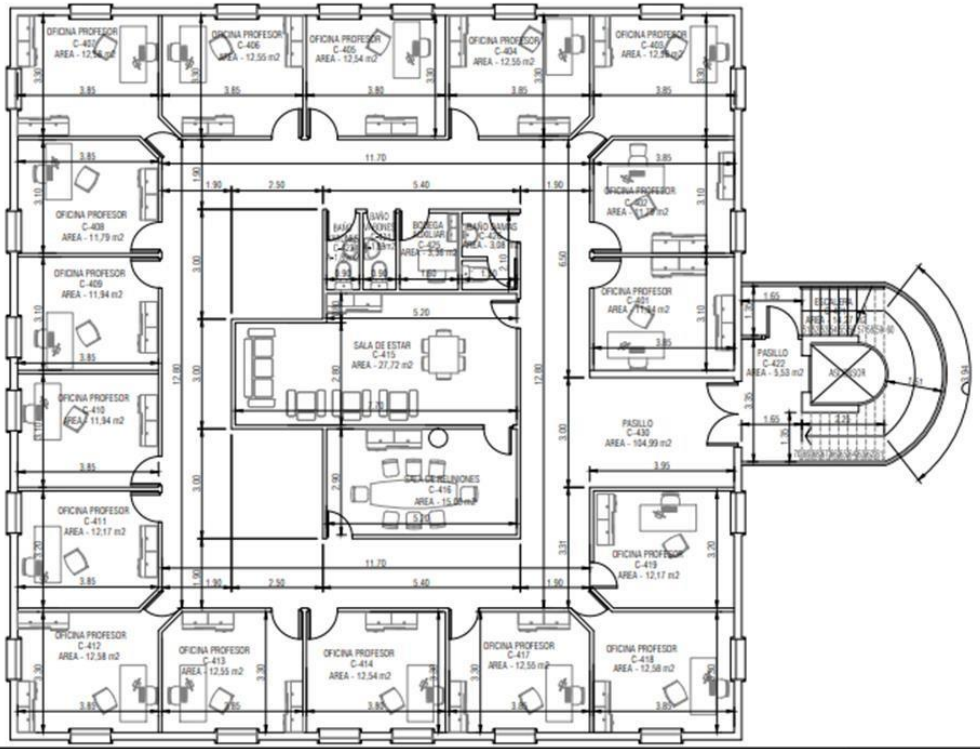


Ilustración 24 Plano cuarto nivel de la biblioteca UTFSM sede concepción, fuente: universidad técnica Federico santa maría.

Área: El cuarto nivel de la biblioteca cuenta con área de $387.15\text{m}^2=4165,31\text{ft}^2$

Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13: tiene una combustibilidad baja con una cantidad moderada de materiales combustibles, y las mercancías almacenadas no exceden los 2,4 metros de altura. Se espera que cualquier incendio tenga un índice de liberación de calor moderado. Para esta clasificación, el sistema de rociadores debe incluir rociadores diseñados específicamente para Riesgo Ordinario Grupo 1, con un espaciamiento y diseño adecuado para garantizar una cobertura efectiva. Es crucial mantener el sistema mediante inspecciones regulares para asegurar su funcionamiento en caso de emergencia.

Funciones Específicas:

AREAS EDIFICIO "C" BIBLIOTECA				
OFICINAS CUARTO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-401	OFICINA PROFESOR	11,94	PROFESORES	
C-402	OFICINA PROFESOR	11,79	PROFESORES	
C-403	OFICINA PROFESOR	12,58	PROFESORES	
C-404	OFICINA PROFESOR	12,55	PROFESORES	
C-405	OFICINA PROFESOR	12,54	PROFESORES	
C-406	OFICINA PROFESOR	12,55	PROFESORES	
C-407	OFICINA PROFESOR	12,58	PROFESORES	
C-408	OFICINA PROFESOR	11,79	PROFESORES	
C-409	OFICINA PROFESOR	11,94	PROFESORES	
C-410	OFICINA PROFESOR	11,94	PROFESORES	
C-411	OFICINA PROFESOR	12,17	PROFESORES	
C-412	OFICINA PROFESOR	12,58	PROFESORES	
C-413	OFICINA PROFESOR	12,55	PROFESORES	
C-414	OFICINA PROFESOR	12,54	PROFESORES	
C-415	SALA DE ESTAR	27,72	PROFESORES	
C-416	SALA DE REUNIONES	15,08	PROFESORES	
C-417	OFICINA PROFESOR	12,55	PROFESORES	
C-418	OFICINA PROFESOR	12,58	PROFESORES	
C-419	OFICINA PROFESOR	12,17	PROFESORES	
TOTAL OFICINAS CUARTO PISO		252,14		
SERVICIOS CUARTO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-423	BAÑO VARONES	1,89	PROFESORES	
C-424	BAÑO VARONES	1,89	PROFESORES	
C-425	BODEGA AUXILIAR	3,36	PROFESORES	
C-426	BAÑO DAMAS	3,08	PROFESORES	
TOTAL SERVICIOS CUARTO PISO		10,22		
CIRCULACION CUARTO PISO				
Nº	DESTINO	AREA (m2)	DEPARTAMENTO	OBSERVACION
C-421	ESCALERA	14,27	USO COMUN	
C-422	PASILLO	5,53	USO COMUN	
C-430	PASILLO	104,99	USO COMUN	
TOTAL CIRCULACION CUARTO PISO		124,79		
AREA TOTAL CUARTO PISO		387,15		

Ilustración 25 áreas nivel 4 biblioteca UTFSM sede Concepción, fuente: UTFSM sede concepción

4.7 Clasificación de las ocupaciones según NFPA 13 para los distintos niveles de la biblioteca

4.7.1 Primer nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13

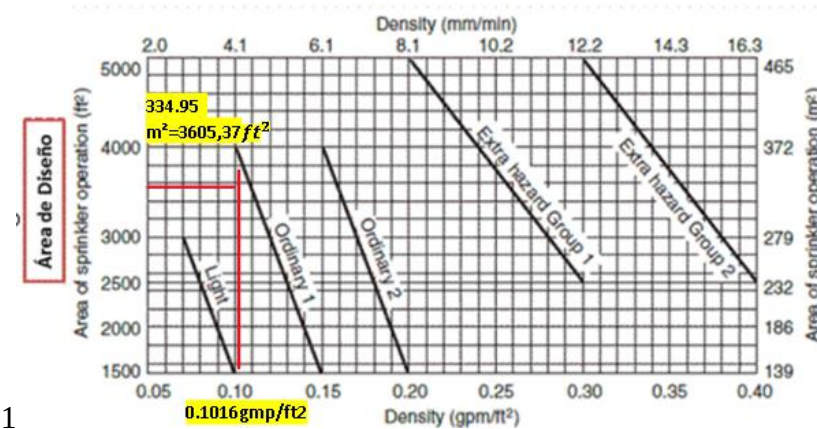


Ilustración 26 tabla de clasificación de las ocupaciones NFPA 13 nivel 1 ,Fuente: NFPA 13

Datos:

Área nivel 1: $334,35m^2 = 3605,37ft^2$

Caudal total: 26gpm

Área Total de Diseño: $256ft^2$

Densidad de descarga = $\frac{26gpm}{256ft^2} = 0,1016gpm/ft^2$

La combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las existencias de mercancías combustibles almacenados no exceden los 2,4 metros (8 ft) de altura. Se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

4.7.2 Segundo nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13

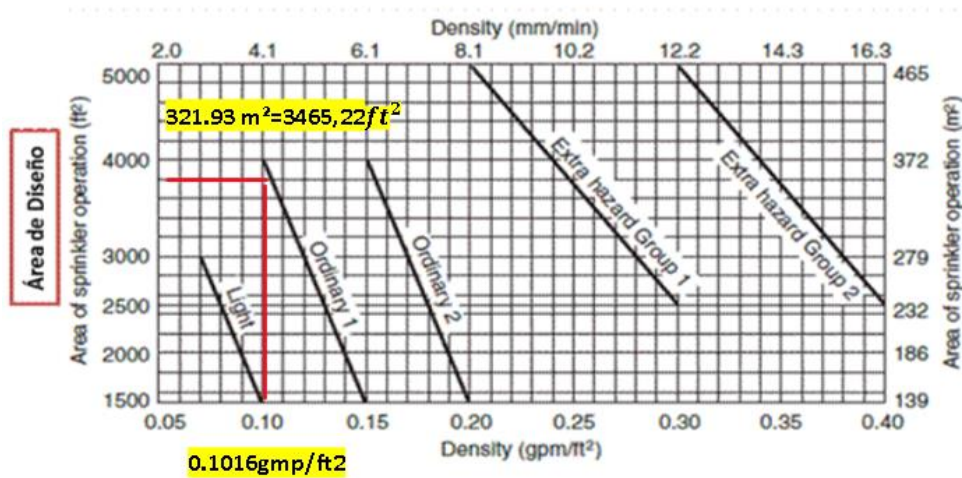


Ilustración 27 tabla de clasifiación de las ocupaciones NFPA 13 Nivel 2, fuente: NFPA 13

Datos:

Área nivel 2: $321,67m^2 = 3605,37ft^2$

Caudal total: 26gpm

Área Total de Diseño: $256ft^2$

Densidad de descarga = $\frac{26gpm}{256ft^2} = 0,1016gpm/ft^2$

La combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las existencias de mercancías combustibles almacenados no exceden los 2,4 metros (8 ft) de altura. Se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

4.7.3 Tercer nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13

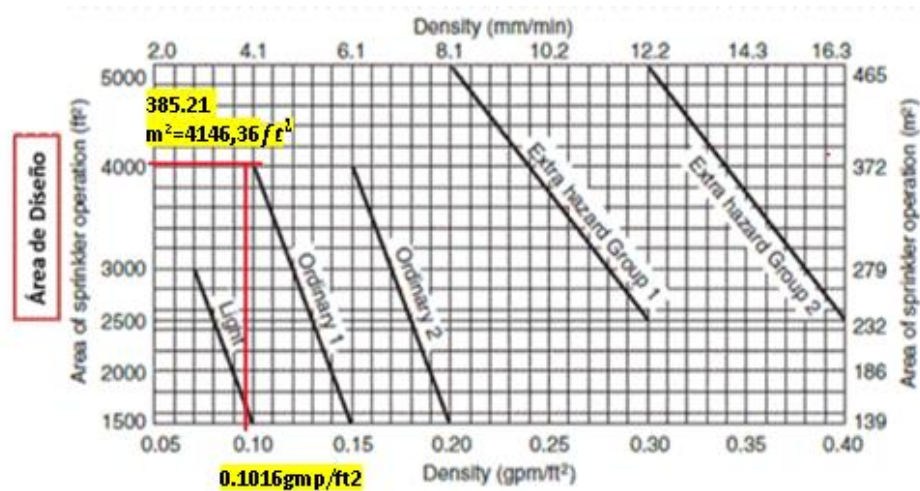


Ilustración 28 tabla de clasificación de las ocupaciones NFPA 13 nivel 3; fuente NPA 13

Datos:

Área nivel 3: $385,87m^2 = 3605,37ft^2$

Caudal total: 26gpm

Área Total de Diseño: $256ft^2$

Densidad de descarga = $\frac{26gpm}{256ft^2} = 0,1016gpm/ft^2$

La combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las existencias de mercancías combustibles almacenados no exceden los 2,4 metros (8 ft) de altura. Se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

4.7.4 Cuarto nivel corresponde a Riesgo Ordinary 1 NFPA 13

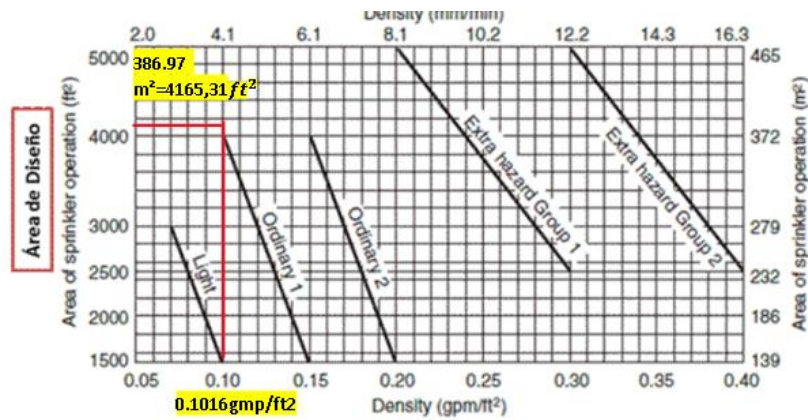


Ilustración 29 tabla de clasificación de las ocupaciones NFPA 13 nivel 4;fuente NFPA 13

Datos:

Área nivel 4: $387,15m^2 = 3605,37ft^2$

Caudal total: 26gpm

Área Total de Diseño: $256ft^2$

Densidad de descarga = $\frac{26gpm}{256ft^2} = 0,1016gpm/ft^2$

La combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las existencias de mercancías combustibles almacenados no exceden los 2,4 metros (8 ft) de altura. Se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

4.8 Medidas a tomar en cuenta para biblioteca.

Para una biblioteca clasificada como Riesgo Ordinario Grupo 1 según la norma NFPA 13, es crucial considerar las siguientes medidas específicas relacionadas con el diseño e instalación de los rociadores contra incendios

Selección de Rociadores Apropriados: Utilizar rociadores diseñados específicamente para Riesgo Ordinario Grupo 1, los cuales son adecuados para incendios con índice moderado de liberación de calor y baja a moderada cantidad de combustibles almacenados.

Criterio de Descarga de Rociadores: Aplicar el criterio de diseño de densidad/área adecuada para Riesgo Ordinario Grupo 1, asegurando una cobertura efectiva y suficiente de agua en caso de incendio.

Espaciamiento entre Rociadores: Asegurarse de que el espaciamiento entre los rociadores cumpla con las especificaciones de la norma, considerando la disposición del mobiliario y la carga de fuego de la biblioteca.

Ubicación Estratégica de Rociadores: Colocar los rociadores de manera que cubran todas las áreas de la biblioteca, incluyendo estanterías, áreas de lectura y cualquier espacio abierto donde pueda iniciarse un incendio.

Mantenimiento Regular: Establecer un programa de mantenimiento periódico para inspeccionar y probar los rociadores, asegurando que estén en condiciones óptimas de funcionamiento en caso de emergencia.

Rociadores de Respuesta Rápida: Considerar la utilización de rociadores de respuesta rápida, los cuales están diseñados para iniciar la descarga de agua rápidamente en caso de incendio, minimizando el tiempo de respuesta.

Control de la Carga de Combustible: Mantener la carga de combustible baja en la

biblioteca, almacenando libros y materiales en estanterías adecuadas y evitando acumulaciones de material combustible.

Formación del Personal: Capacitar al personal en el reconocimiento de incendios y en el uso de equipos de extinción de incendios, incluyendo el sistema de rociadores.

Al seguir estas medidas específicas relacionadas con los rociadores contra incendios, se puede garantizar que el sistema esté diseñado y mantenido de manera que proteja efectivamente la biblioteca y sus ocupantes en caso de un incendio.

4.9 Solución del problema

En el proceso de llevar a cabo el estudio detallado bajo la norma NFPA 13, se emprenderán cálculos específicos para el diseño de tuberías, determinación de la cantidad de rociadores por piso y el caudal necesario para garantizar una protección óptima contra incendios en el interior de los edificios universitarios.

Los cálculos de diseño de tuberías se centrarán en la adecuada distribución y capacidad del sistema de rociadores, considerando las características de los espacios interiores, la disposición de los edificios y los requisitos de la NFPA 13. Este análisis permitirá definir la red de tuberías de manera eficiente, garantizando la cobertura adecuada en cada piso.

Asimismo, se llevará a cabo la determinación de la cantidad de rociadores por piso, considerando factores como la carga de fuego, la ocupación del espacio y la disposición arquitectónica. Estos cálculos precisos se alinearán con las directrices de la NFPA 13 para asegurar una distribución equitativa y efectiva de los rociadores, maximizando la capacidad de control y extinción de incendios.

El análisis del caudal requerido será crucial para asegurar que el sistema de rociadores pueda suministrar la cantidad necesaria de agua en caso de un incendio. Este cálculo considerará diversos factores, como la densidad de diseño, el tipo de rociador y la disposición de los espacios, garantizando que el sistema cumpla con los estándares de la NFPA 13.

Este enfoque meticuloso en los cálculos y el diseño permitirá optimizar el sistema de rociadores, adaptándolo a las necesidades específicas de la universidad y asegurando una respuesta eficaz ante posibles incendios.

Además de comprar un contenedor de agua, el cual estará ubicado estratégicamente al lado de la biblioteca, proporcionará una fuente confiable y continua de agua para el sistema de rociadores. Al estar conectado a la red de agua potable, se garantiza que el

contenedor siempre estará lleno y listo para su uso en caso de emergencia. Esta conexión no solo asegura una disponibilidad constante, sino que también facilita el mantenimiento y la reposición de agua sin necesidad de intervenciones adicionales.

Además, es importante asegurarse de que la conexión entre el contenedor y la red de tuberías esté diseñada para minimizar cualquier posible pérdida de presión o caudal. Implementar válvulas de retención y sistemas de monitoreo de flujo puede ayudar a garantizar que el sistema funcione de manera óptima cuando sea necesario.

En resumen, con una ubicación adecuada y una conexión a la red de agua potable, el contenedor de agua complementará eficazmente el sistema de protección contra incendios diseñado bajo la norma NFPA 13, asegurando una respuesta rápida y eficiente ante cualquier incidente.

Actualmente, la biblioteca carece de un sistema de bombas que permita elevar el caudal y la presión del agua desde el contenedor hasta los rociadores, lo cual es crucial para un funcionamiento efectivo del sistema contra incendios. Para solucionar este problema, se propone la instalación de un conjunto de bombas adecuadas que garanticen un suministro constante y eficiente de agua.

Estas bombas serán dimensionadas con base en los cálculos de caudal requerido y la presión necesaria, tomando en cuenta la altura del edificio de la biblioteca y las posibles pérdidas de presión en las tuberías. La instalación de estas bombas conectadas al contenedor de agua, ubicado al lado de la biblioteca y conectado a la red de agua potable, asegurará que siempre haya suficiente agua disponible con la presión adecuada para activar los rociadores en caso de incendio.

Este enfoque garantizará que el sistema de protección contra incendios de la biblioteca cumpla con los estándares de la NFPA 13, proporcionando una respuesta rápida y efectiva ante emergencias, y mejorando significativamente la seguridad de los ocupantes y las instalaciones.

4.10 Cálculo de rociadores norma NFPA 13.

- Rociadores automáticos de respuesta estándar.
- Modelo F1 LO Rociador de respuesta normal K 8,0



Colgante empotrado

Ilustración 30 Rociador colgante modelo f1 LO, fuente: catalogo relieve sprinkler

Superficie de cobertura					
Caudal		Presión nominal K=8,0 (115)		Superf. máx. Anchura x longitud	
gpm	l/min	psi	bar	ft x ft	m x m
26	98,4	10,6	0,7	16x16	4,9x4,9
33	125,0	17,0	1,2	18x18	5,5x5,5
40	151,4	25,0	1,7	20x20	6,0x6,0

Información de montaje:

Orificio nominal	Rosca	Factor K nominal		Altura del rociador	Organismo de homologación	Temperatura nominal		Números de identificación del rociador (SIN)
		EE.UU.	SI			°F	°C	
17/32" (20 mm)	NPT 3/4" (R 3/4)	8,0	115	2,2" (56 mm)	1, 2	135, 155	57, 68	R1742 ⁽¹⁾

Ilustración 31 especificaciones rociador f1LO fuente: catalogo sprinkler

Para el rociador de 26 gpm (98.4 l/min) que cubre un área de $16ft \times 16ft = 256ft^2$ o $4,9 \times 4,9 = 24m^2$

Densidad de descarga= caudal Total/Área Total de diseño

Donde:

Caudal Total: 26gpm

Área Total de Diseño: $256ft^2$

Densidad de descarga: $26gpm / 256ft^2 = 0,1016gpm/ft^2$

4.10.1 Calcular el número de rociadores necesario

$$\text{Numero de rociadores} = \frac{\text{Area del piso}}{\text{Area cubierta por un rociador}}$$

Nivel 1

$$\text{Numero de rociadores} = \frac{334,35\text{m}^2}{24\text{m}^2} = 13,4$$

Nivel 2

$$\text{Numero de rociadores} = \frac{321,67\text{m}^2}{24\text{m}^2} = 16,01$$

Nivel 3

$$\text{Numero de rociadores} = \frac{385,87\text{m}^2}{24\text{m}^2} = 16,12$$

Nivel 4

$$\text{Numero de rociadores} = \frac{387,15\text{m}^2}{24\text{m}^2} = 16,12$$

Este número de rociadores calculados es solo un parámetro para considerar ya que al realizar el dibujo y el diagrama P&D podemos darnos cuenta de que solo necesitamos 12 rociadores por nivel. Este dibujo se encuentra en la página 68.

4.10.2 Longitud de área de diseño

- La norma NFPA 13 también establece que el lado más largo del Área de Diseño debe extenderse en la dirección de los ramales.

$$W = 1,2\sqrt{Ad}$$

Nivel 1:

$$W = 1,2\sqrt{334,35 \text{ m}^2}$$

$$W = 21,5 \text{ m}$$

Nivel 2:

$$W = 1,2\sqrt{321,67\text{m}^2}$$

$$W=23,5m$$

Nivel 3:

$$W = 1,2\sqrt{385,87m^2}$$

$$W=23,6m$$

Nivel 4:

$$W = 1,2\sqrt{387,15m^2}$$

$$W=23,6m$$

4.10.3 Calculo Distancia entre rociadores NFPA 13

En este caso, la "Área de Operación de Rociador" se refiere al área cubierta por cada rociador individualmente. Para el modelo F1 LO de respuesta estándar con un caudal de 26 (98,4 l/min) que cubre un área de $24m^2$, puedes calcular la separación entre rociadores de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\text{area de operacion del rociador}}{\text{numero de rociadores}}}$$

$$\text{Nivel 1: } s = \sqrt{\frac{334,35m^2}{12}} = 5,1m$$

$$\text{Nivel 2: } s = \sqrt{\frac{321,67m^2}{12}} = 5,66m$$

$$\text{Nivel 3: } s = \sqrt{\frac{385,87m^2}{12}} = 5,67m$$

$$\text{Nivel 4: } s = \sqrt{\frac{387,15m^2}{12}} = 5,67m$$

4.10.4 Cálculo de Rociadores en el lado más largo de diseño

Nivel 1:

$$Nrl = 21,5 \text{ m}/4,79\text{m}$$

$$Nrl = 4,4 \sim 5 \text{ rociadores}$$

nivel 2:

$$Nrl = 23,5 \text{ m}/4,76\text{m}$$

$$Nrl = 4,9 \sim 5 \text{ rociadores}$$

nivel 3:

$$Nrl = 23,6\text{m}/4,77\text{m}$$

$$Nrl = 4,9 \sim 5 \text{ rociadores}$$

nivel 4:

$$Nrl = 23,6\text{m}/4,77\text{m}$$

$$Nrl = 4,9 \sim 5 \text{ rociadores}$$

4.11 Diseño de tuberías bajo la norma NFPA 13

Para el diseño de tuberías bajo la normativa NFP 13 los cálculos realizados anteriormente solo son un parámetro podemos nosotros como diseñadores cambiar las separaciones siempre y cuando este bajo la normativa la cual nos dice lo siguiente.

Clase de Ocupación	Separación entre rociadores		Separación a paredes	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Riesgo Ligero	15 pies (4,6 m)	6 pies (1,8 m)	7,5 pies (2,3 m)	4" (10 cm)
Riesgo Ordinario	15 pies (4,6 m)		7,5 pies (2,3 m)	
Riesgo Extra y Almacenaje en Pilas Altas	15 pies (4,6 m)*		7,5 pies (2,3 m)*	
	12 pies (3,7 m)**		6 pies (1,8 m)**	

Ilustración 31 TABLA NFPA 13 separación entre rociadores , fuente: NFPA 13

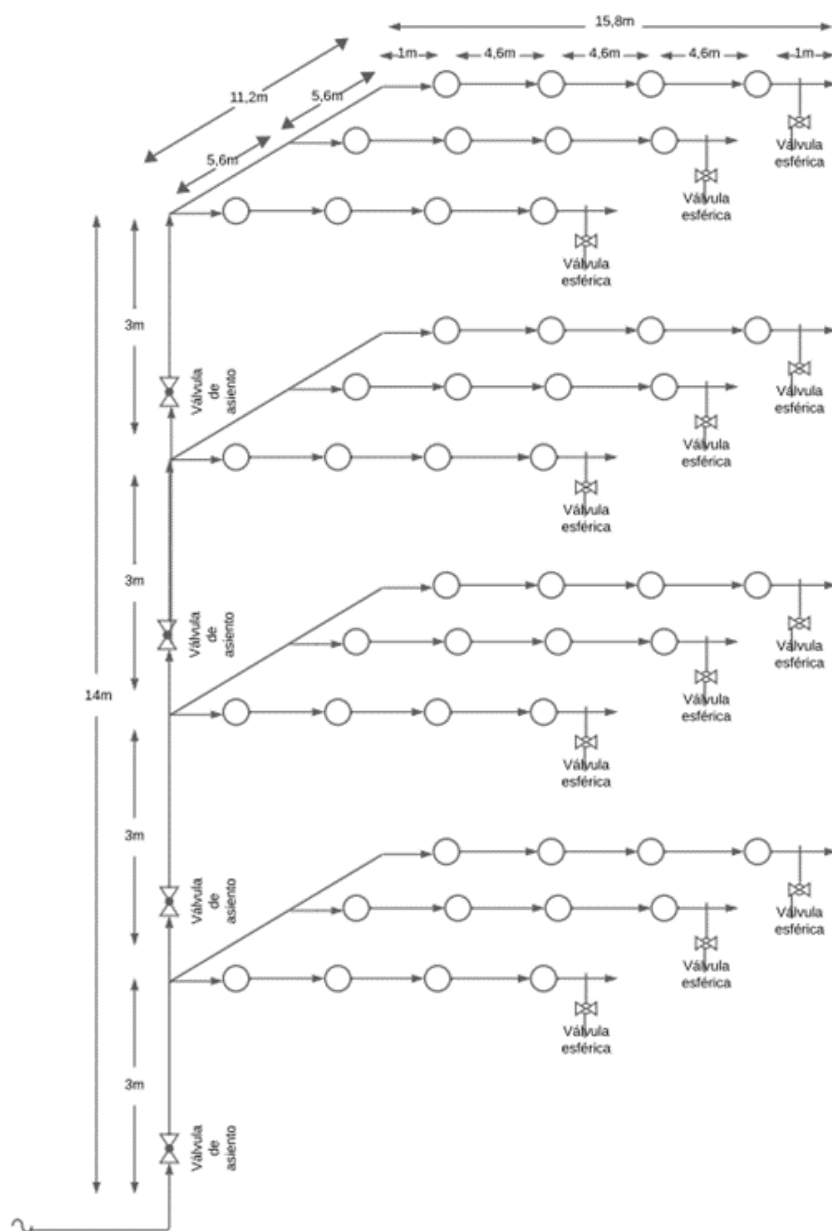


Ilustración 32 diseño de la tubería bajo la norma NFPA 13 fuente: elaboración propia

4.11.1 Diseño de tuberías

El diseño escogido para el proyecto es diseño de Tuberías en Rama y Caudal (Tree System): En este diseño, las tuberías principales se ramifican hacia las tuberías secundarias y terciarias que suministran los rociadores. Este diseño es más sencillo y adecuado para edificios con una disposición más regular

Benéficos de escoger el diseño de tuberías en Rama y caudal:

Simplicidad y facilidad de diseño:

El sistema en árbol es más simple de diseñar en comparación con otros sistemas de tuberías, especialmente en edificaciones con una disposición regular. La estructura ramificada es intuitiva y fácil de comprender, lo que facilita la planificación y ejecución del diseño.

Menos complejidad de instalación:

La simplicidad del diseño se traduce en una instalación más sencilla. La estructura en rama y caudal reduce la cantidad de tuberías secundarias y terciarias, lo que simplifica la instalación y reduce la posibilidad de errores durante el proceso.

Menor cantidad de tuberías:

En comparación con otros sistemas, el diseño en árbol puede requerir menos tuberías para suministrar agua a los rociadores. Esto puede resultar en ahorros de materiales y costos de instalación.

Facilita la detección y reparación de problemas:

La disposición ramificada hace que sea más fácil detectar y corregir problemas en el sistema. Si hay una fuga o algún otro problema en una rama específica, es más sencillo identificar la ubicación exacta y realizar reparaciones sin afectar otras partes del sistema.

Menor pérdida de carga:

La disposición en árbol puede reducir las pérdidas de carga en comparación con otros diseños, lo que significa que la presión del agua se mantiene más constante en todo el sistema. Esto es beneficioso para garantizar un suministro eficiente y adecuado de agua

a los rociadores.

Adecuado para edificaciones con disposición regular:

Este diseño es particularmente adecuado para edificios con una disposición más regular, donde las ramificaciones pueden seguir un patrón lógico y directo.

Menor probabilidad de obstrucciones:

Con menos tuberías y una disposición más simple, la probabilidad de obstrucciones en el sistema se reduce. Esto contribuye a mantener el sistema de rociadores en condiciones óptimas de funcionamiento.

4.12 Cálculo hidráulico

Para poder determinar este cálculo, debemos tener en consideración el diseño realizado anteriormente, ya que, debemos utilizar los ramales principales y secundarios. Además, datos como la separación entre rociadores, separación entre ramales secundarios o nodos, pulgadas de las tuberías y diámetros, altura entre niveles, etc.

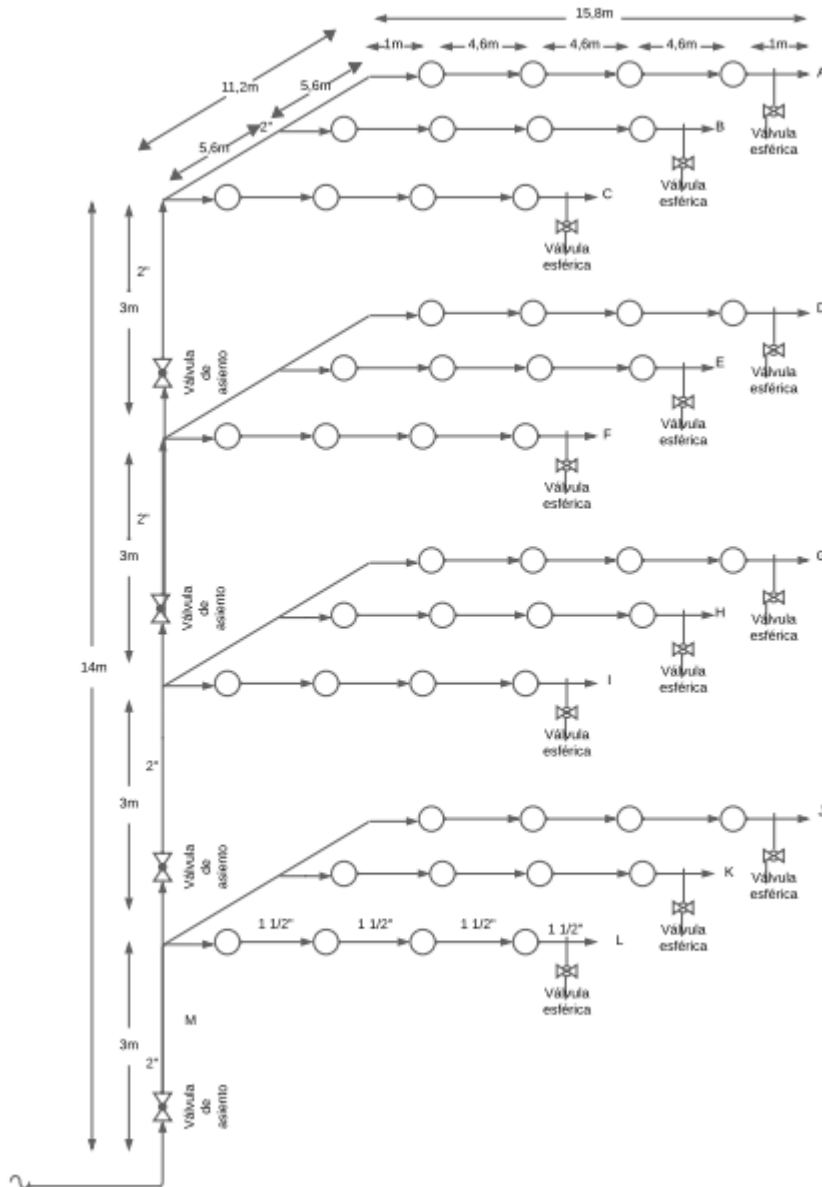


Ilustración 33 diseño de la tubería bajo la norma NFPA 13 fuente: elaboración propia

Determinar el factor k de un rociador (aspersor) es un paso importante para garantizar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de las normativas de protección contra incendios. El factor k de un rociador es una constante que relaciona el flujo de agua a través del rociador con la presión de agua en el sistema. La fórmula para el factor k es:

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

DONDE:

Q es el caudal de agua en galones por minuto (GPM) o litros por minuto (LPM).

P es la presión en libras por pulgada cuadrada (PSI) o en bares.

k es el factor de descarga del rociador.

Para determinar el factor k de un rociador, puedes seguir estos pasos:

Obtener Datos del Fabricante

El método más sencillo para conocer el factor k es consultando la ficha técnica del rociador proporcionada por el fabricante. Esta información suele estar claramente especificada.

En este caso contamos con un rociador automático de respuesta estándar Modelo F1 LO Rociador de respuesta normal K 8,0



Colgante empotrado

Ilustración 34 Rociador colgante modelo f1 LO, fuente: catalogo relieve sprinkler

Superficie de cobertura					
Caudal		Presión nominal K=8,0 (115)		Superf. máx. Anchura x longitud	
gpm	l/min	psi	bar	ft x ft	m x m
26	98,4	10,6	0,7	16x16	4,9x4,9
33	125,0	17,0	1,2	18x18	5,5x5,5
40	151,4	25,0	1,7	20x20	6,0x6,0

Información de montaje:

Orificio nominal	Rosca	Factor K nominal		Altura del rociador	Organismo de homologación	Temperatura nominal		Números de identificación del rociador (SIN)
		EE.UU.	SI			°F	°C	
17/32" (20 mm)	NPT 3/4" (R 3/4)	8,0	115	2,2" (56 mm)	1, 2	135, 155	57, 68	R1742 ⁽¹⁾

Ilustración 35 tabla de especificaciones del rociador modelo f1 LO, fuente: catalogo relieve sprinkler

Para calcular el factor k de tu rociador con los datos proporcionados, puedes usar la fórmula:

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

donde:

- Q es el caudal de agua en galones por minuto (GPM), en este caso, 26 GPM.
- P es la presión en libras por pulgada cuadrada (PSI), en este caso, 10.6 PSI.

1. Obtener el valor del caudal (Q): 26 GPM.
2. Obtener el valor de la presión (P): 10.6 PSI.
3. $k = \frac{26}{\sqrt{10,6}} = 7,99$

lo aproximamos a 8 entonces:

$$k=8$$

Antes de realizar el cálculo de la pérdida por fricción entre los rociadores debemos obtener el diámetro interior de la tubería el cual se determina por la siguiente formula:

$$\text{Interior} = \text{diámetro exterior} - 2 \times \text{espesor nominal (NPS)}$$

$$in = 1,900 - 2 \times 0,145 = 1,61$$

$$in = 1,61$$

Los datos utilizados en la formula, se obtuvieron de la siguiente tabla: tubería 1-1/2 A53 según norma NFPA 13.

 A 53/A 53M – 02

TABLE X2.2 Dimensions, Weights, and Test Pressures for Plain End Pipe

NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter, in. [mm]	Nominal Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight [Mass] per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
½	6	0.405 [10.3]	0.068 [1.73]	0.24 [0.37]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.095 [2.41]	0.31 [0.47]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
¾	8	0.540 [13.7]	0.088 [2.24]	0.43 [0.63]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.119 [3.02]	0.54 [0.80]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1	10	0.675 [17.1]	0.091 [2.31]	0.57 [0.84]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.126 [3.20]	0.74 [1.10]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
1½	15	0.840 [21.3]	0.109 [2.77]	0.85 [1.27]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.147 [3.73]	1.09 [1.62]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.188 [4.78]	1.31 [1.95]	...	160	900 [6200]	900 [6200]
			0.294 [7.47]	1.72 [2.55]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
2	20	1.050 [26.7]	0.113 [2.87]	1.13 [1.69]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.154 [3.91]	1.48 [2.20]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.219 [5.56]	1.95 [2.90]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.308 [7.82]	2.44 [3.64]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
2½	25	1.315 [33.4]	0.133 [3.38]	1.68 [2.50]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.179 [4.55]	2.17 [3.24]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.250 [6.35]	2.85 [4.24]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.358 [9.09]	3.66 [5.45]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
3	32	1.660 [42.2]	0.140 [3.56]	2.27 [3.39]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.191 [4.85]	3.00 [4.47]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.250 [6.35]	3.77 [5.61]	...	160	1900 [13 100]	2000 [13 800]
			0.382 [9.70]	5.22 [7.77]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
3½	40	1.900 [48.3]	0.145 [3.68]	2.72 [4.05]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.200 [5.08]	3.63 [5.41]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.281 [7.14]	4.86 [7.25]	...	160	1950 [13 400]	2050 [14 100]
			0.400 [10.16]	6.41 [9.56]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]

Ilustración 36 Tabla tuberías ASTM a53, fuente Norma ASTM a53

Aunque se pueden obtener factores de fricción de tablas o gráficos existentes, que al multiplicar por la longitud del tubo entre rociadores da como resultado la pérdida por fricción, en este ejemplo se utilizará la fórmula de Hazen-Williams para computar las pérdidas por fricción.

Fórmula de Hazen-Williams:

$$P_f = 4,52 * \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}}$$

Ilustración 37 formula de Hazen William, fuente Norma NFP 13

P_f: Pérdidas por fricción en psi/ft

Q: Caudal en GPM

C: Coeficiente de rugosidad, depende de la tubería, en este caso para este ejercicio es de 150

D: Diámetro interno de la tubería (schedule 40).

Datos para considerar:

Separación entre rociadores es de 4.6m = 15,4ft

la separación entre los nodos consideraremos 5,6 m=18,37ft

El alto de cada piso es de 3m = 9.6ft

4.12.1Cálculo hidráulico Nivel 1 de la biblioteca UTFSM sede Concepción

Calcular el caudal mínimo requerido en el primer rociador

El caudal mínimo requerido en el rociador 1 (el más alejado) se determina multiplicando la densidad de descarga por el área de cobertura del rociador:

$$q = D_d \times A_r$$

$$q_1 = 0,10 \text{ 16gpm/pie}^2 \times 256 \text{ pie}^2 = 26\text{gpm}$$

$$q_1 = 26\text{gpm}$$

Calcular la presión mínima requerida en el rociador 1

La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el rociador 1 se calcula a partir de la ecuación de flujo por orificios:

$$q = k\sqrt{P} \implies P = (q/k)^2$$

El factor K = 8

$$P_1 = (26/8)^2 = 10,56 \text{ psi}$$

$$P_1 = 10,56 \text{ psi}$$

(NFPA 13 prescribe una presión mínima de 7 psi)

Calcular la pérdida por fricción entre los rociadores 1 y 2

El caudal que circula por la tubería entre los rociadores 1 y 2 es el mismo que sale por el rociador 1.

$$P_{f1} = 4,52 \times \frac{(26)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,01 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores por norma NFPA 13 (15,4ft):

$$P_{f1} = 0,01 \times 15,42 = 0,154\text{psi}$$

Obtener la presión en el rociador 2

La pérdida por fricción entre los rociadores 1 y 2 se suma a la presión en el primer rociador para obtener la presión requerida en el rociador 2.

$$P_2 = P_1 + P_{f1} = 10,56 + 0,1542 = 10,71 \text{ psi}$$

$$P_2 = 10,71 \text{ psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 2

El caudal que descarga el rociador 2 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$Q_2 = k \sqrt{P_2}$$

$$Q_2 = 8 \sqrt{10,71} = 26$$

$$Q_2 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2

El caudal que pasa entre los rociadores 3 y 2 es la suma de los caudales de los rociadores 1 y 2.

$$Q_{3-2} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{3-2} = 26 + 26 = 52 \text{ gpm}$$

$$P_{f2} = 4,52 \times \frac{(52)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,0618 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f2} = 0,0618 \times 15,4 = 0,953 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 3

La pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2 se suma a la presión en el rociador 2 para obtener la presión requerida en el rociador 3.

$$P_3 = P_2 + P_{f2} = 10,71 + 0,953 = 11,66 \text{ psi}$$

$$\mathbf{P_3 = 11,66 \text{ psi}}$$

Calcular el caudal por el rociador 3

El caudal que descarga el rociador 3 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$q_3 = 8\sqrt{p_3}$$

$$q_3 = 8\sqrt{11,66} = 27,2$$

$$q_3 = 27,2 \text{ gpm}$$

El caudal que pasa entre los rociadores 4 y 3 es la suma de los caudales de los rociadores 1, 2 y 3.

$$Q_{5-4} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$Q_{5-4} = 26 + 26 + 27,2 = 79,2 \text{ gpm}$$

$$P_{f3} = 4,52 \times \frac{(79,2)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,128 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f3} = 0,128 \times 15,4 = 1,973 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 4

La pérdida por fricción entre los rociadores 4 y 3 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el rociador 4.

$$P_4 = P_3 + P_{f3} = 11,66 \text{ psi} + 1,973 \text{ psi} = 13,63 \text{ psi}$$

$$P_4 = 13,63 \text{ psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 4.

El caudal que descarga el rociador 4 se determina mediante la ecuación de flujo por orificio.

$$Q_4 = 8\sqrt{P_4}$$

$$Q_4 = 8\sqrt{13,63} = 29,6$$

$$Q_4 = 29,6 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre el nodo A y el rociador 4

El caudal que pasa por la tubería entre el nodo A y el rociador 4 es la suma de los caudales por los rociadores 1, 2, 3 y 4.

$$Q_{A-5} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_{A-5} = 26 + 26 + 27,32 + 29,6 = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f4} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

$$P_{f4} = 0,24 \times 15,42 = 3,701 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el nodo A

La pérdida por fricción entre el nodo A y el rociador 4 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el punto A.

$$P_A = P_4 + P_{f4} = 13,63 + 3,701 = 17,33 \text{ psi}$$

$$P_A = 17,33 \text{ psi}$$

Calcular un “factor K” para la intersección del ramal con el colector

Con la presión y el caudal en el punto de intersección (A) se determina un factor K, utilizando la ecuación de flujo por orificios:

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

$$K_1 = \frac{108,8}{\sqrt{17,33}} = 26,15$$

Este factor K es igual para todas las demás intersecciones que sean similares. Para la intersección diferente se debe determinar otro factor K.

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos B y A

El caudal que pasa entre los nodos B y A es el mismo que va del punto A al rociador 4.

$$q_{B-A} = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f5} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

$$P_{f5} = 0,24 \times (18,37 + 10) = 6,8 \text{ psi}$$

La longitud equivalente es de 10 ft por tabla, Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18.37ft

(Longitud equivalente de codo Ø2" = 10 ft)

La pérdida por fricción entre los nodos B y A debe incluir el accesorio de conexión. En este ejemplo, aunque hay una Te, el flujo no se divide, ya que los rociadores del lado izquierdo no se incluyen en el área de diseño; por lo tanto, se considera como un codo de 90°. La longitud equivalente se obtiene de tablas existentes.

Obtener la presión en el nodo B

La pérdida por fricción entre los nodos B y A se suma a la presión en el nodo A para obtener la presión requerida en el nodo B.

$$P_B = P_A + P_{f4} = 17.33 \text{ psi} + 6,8 \text{ ft} = 24,14 \text{ psi}$$

$$P_B = 24,14 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el nodo B

El caudal que va hacia el ramal se determina mediante la ecuación de flujo por orificios, utilizando el factor K determinado en el paso anterior

$$Q_B = 26,15\sqrt{PB}$$

$$Q_B = 26,15\sqrt{24,14} = 128,4 \text{ gpm}$$

$$Q_B = 128,4 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos C y B

EL caudal que pasa entre los nodos C y B es la suma de de los caudales que salen por los nodos A y B

$$Q_{C-B} = Q_A + Q_B$$

$$Q_{C-B} = 108,8 + 128,4 = 237,2 \text{ gpm}$$

$$P_{f6} = 4,52 \times \frac{(237,2)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 1,03 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f6} = 1,03 \times (18,37 + 10) = 29,22 \text{ psi}$$

(Longitud equivalente de Te Ø2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo c

$$P_c = P_B + P_{f6} = 24,14 + 29,22 = 53,36 \text{ psi}$$

$$P_c = 53,36 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el punto c

$$Q_c = 26,15\sqrt{53,36} = 191,02 \text{ gpm}$$

$$Q_c = 191,02 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción en los nodos D y C.

$$q_{D-C} = q_A + q_B + q_C = 108,8 + 128,4 + 191,02 = 428,22$$

$$q_{D-C} = 428,22 \text{ psi}$$

$$P_{f7} = 4,52 \times \frac{(428,22)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 3,09 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f7} = 3,09 \times (18,37 + 10) = 87,66 \text{ psi}$$

Longitud equivalente te 2'' = 10ft

Obtener la presión en el nodo D

$$P_D = P_C + P_7 = 53,36 + 87,66 = 141,02$$

$$P_D = 141,02 \text{ psi}$$

4.12.2 Cálculo hidráulico Nivel 2 de la biblioteca UTFSM sede Concepción

Calcular el caudal mínimo requerido en el primer rociador

El caudal mínimo requerido en el rociador 1 (el más alejado) se determina multiplicando la densidad de descarga por el área de cobertura del rociador:

$$q = D_d \times A_r$$

$$q_1 = 0,10 \text{ 16gpm/pie}^2 \times 256 \text{ pie}^2 = 26 \text{ gpm}$$

$$q_1 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la presión mínima requerida en el rociador 1

La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el rociador 1 se calcula a partir de la ecuación de flujo por orificios:

$$q = k\sqrt{P} \implies P = (q/k)^2$$

El factor K = 8

$$P_1 = (26/8)^2 = 10,56 \text{ psi}$$

$$P_1 = 10,56 \text{ psi}$$

(NFPA 13 prescribe una presión mínima de 7 psi)

El caudal que circula por la tubería entre los rociadores 1 y 2 es el mismo que sale por el rociador 1.

$$P_{f1} = 4,52 \times \frac{(26)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,01 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores por norma NFPA 13 (15,4ft):

$$P_{f1} = 0,01 \times 15,42 = 0,154 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 2

La pérdida por fricción entre los rociadores 1 y 2 se suma a la presión en el primer rociador para obtener la presión requerida en el rociador 2.

$$P_2 = P_1 + P_{f1} = 10,56 + 0,1542 = 10,71 \text{ psi}$$

$$P_2 = 10,71 \text{ psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 2

El caudal que descarga el rociador 2 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$Q_2 = k \sqrt{P_2}$$

$$Q_2 = 8 \sqrt{10,71} = 26$$

$$Q_2 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2

El caudal que pasa entre los rociadores 3 y 2 es la suma de los caudales de los rociadores 1 y 2.

$$Q_{3-2} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{3-2} = 26 + 26 = 52 \text{ gpm}$$

$$P_{f2} = 4,52 \times \frac{(52)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,0618 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f2} = 0,0618 \times 15,4 = 0,953 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 3

La pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2 se suma a la presión en el rociador 2 para obtener la presión requerida en el rociador 3.

$$P_3 = P_2 + P_{f2} = 10,71 + 0,953 = 11,66 \text{ psi}$$

$$P_3 = 11,66 \text{ psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 3

El caudal que descarga el rociador 3 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$q_3 = 8\sqrt{p_3}$$

$$q_3 = 8\sqrt{11,66} = 27,2$$

$$q_3 = 27,2 \text{ gpm}$$

El caudal que pasa entre los rociadores 4 y 3 es la suma de los caudales de los rociadores 1, 2 y 3.

$$Q_{5-4} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$Q_{5-4} = 26 + 26 + 27,2 = 79,2 \text{ gpm}$$

$$P_{f3} = 4,52 \times \frac{(79,2)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,128 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f3} = 0,128 \times 15,4 = 1,973 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 4

La pérdida por fricción entre los rociadores 4 y 3 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el rociador 4.

$$P_4 = P_3 + P_{f3} = 11,66 \text{ psi} + 1,973 \text{ psi} = 13,63 \text{ psi}$$

$$P_4 = 13,63 \text{ psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 4.

El caudal que descarga el rociador 4 se determina mediante la ecuación de flujo por orificio.

$$Q_4 = 8\sqrt{P_4}$$

$$Q_4 = 8\sqrt{13,63} = 29,6$$

$$Q_4 = 29,6 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre el nodo A2 y el rociador 4

El caudal que pasa por la tubería entre el nodo A2 y el rociador 4 es la suma de los caudales por los rociadores 1, 2, 3 y 4.

$$Q_{A2-5} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_{A2-5} = 26 + 26 + 27,32 + 29,6 = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f4} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

$$P_{f4} = 0,24 \times 15,42 = 3,701 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el nodo A2

La pérdida por fricción entre el nodo A2 y el rociador 4 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el punto A.

$$P_A = P_4 + P_{f4} = 13,63 + 3,701 = 17,33 \text{ psi}$$

$$P_A = 17,33 \text{ psi}$$

Calcular un “factor K” para la intersección del ramal con el colector

Con la presión y el caudal en el punto de intersección (A) se determina un factor K, utilizando la ecuación de flujo por orificios:

$$k = \frac{q}{\sqrt{p}}$$

$$k_1 = \frac{108,8}{\sqrt{17,33}} = 26,15$$

Este factor K es igual para todas las demás intersecciones que sean similares. Para la intersección diferente se debe determinar otro factor K.

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos B2 y A2

El caudal que pasa entre los nodos B2 y A2 es el mismo que va del punto A al rociador 4.

$$q_{B2-A2} = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f5} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

$$P_{f5} = 0,24 \times (18,37 + 10) = 6,8 \text{ psi}$$

La longitud equivalente es de 10 ft por tabla, Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18.37ft

(Longitud equivalente de codo Ø2” = 10 ft)

La pérdida por fricción entre los nodos B2 y A2 debe incluir el accesorio de conexión. En este ejemplo, aunque hay una Te, el flujo no se divide, ya que los rociadores del lado izquierdo no se incluyen en el área de diseño; por lo tanto, se considera como un codo de 90°. La longitud equivalente se obtiene de tablas existentes.

Obtener la presión en el nodo B2

La pérdida por fricción entre los nodos B2 y A2 se suma a la presión en el nodo A para obtener la presión requerida en el nodo B2.

$$P_{B2} = P_{A2} + P_{f4} = 17.33 \text{ psi} + 6.8 \text{ ft} = 24.14 \text{ psi}$$

$$P_{B2} = 24.14 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el nodo B2

El caudal que va hacia el ramal se determina mediante la ecuación de flujo por orificios, utilizando el factor K determinado en el paso anterior

$$Q_{B2} = 26.15 \sqrt{P_B}$$

$$Q_{B2} = 26.15 \sqrt{24.14} = 128.4 \text{ gpm}$$

$$Q_{B2} = 128.4 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos C2 y B2

EL caudal que pasa entre los nodos C2 y B2 es la suma de de los caudales que salen por los nodos A2 y B2

$$Q_{C2-B2} = Q_{A2} + Q_{B2}$$

$$Q_{C2-B2} = 108.8 + 128.4 = 237.2 \text{ gpm}$$

$$P_{f6} = 4.52 \times \frac{(237.2)^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (1.61)^{4.87}} = 1.03 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f6} = 1.03 \times (18,37 + 10) = 29,22\text{psi}$$

(Longitud equivalente de Te Ø2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo C2

$$P_{C2} = P_{B2} + P_{f6} = 24,14 + 29,22 = 53,36\text{psi}$$

$$P_{C2} = 53,36\text{psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el punto c

$$Q_c = 26,15 \sqrt{53,36} = 191,02\text{gpm}$$

$$Q_c = 191,02\text{gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción en los nodos D2 y C2.

$$q_{D-C} = q_A + q_B + q_C = 108,8 + 128,4 + 191,02 = 428,22$$

$$q_{D-C} = 428,22\text{psi}$$

$$P_{f7} = 4,52 \times \frac{(428,22)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 3,09 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f7} = 3,09 \times (18,37 + 10) = 87,66\text{psi}$$

Longitud equivalente te 2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo D2

$$P_D = P_C + P_7 = 53,36 + 87,66 = 141,02$$

$$P_D = 141,02\text{psi}$$

4.12.3 Calculo hidráulico Nivel 3 de la biblioteca UTFSM sede Concepción

Calcular el caudal mínimo requerido en el primer rociador

El caudal mínimo requerido en el rociador 1 (el más alejado) se determina multiplicando la densidad de descarga por el área de cobertura del rociador:

$$q = D_d \times A_r$$

$$q_1 = 0,10 \text{ 16gpm/pie}^2 \times 256 \text{ pie}^2 = 26\text{gpm}$$

$$q_1 = 26\text{gpm}$$

Calcular la presión mínima requerida en el rociador 1

La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el rociador 1 se calcula a partir de la ecuación de flujo por orificios:

$$q = k\sqrt{P} \implies P = (q/k)^2$$

El facto $K = 8$

$$P_1 = (26/8)^2 = 10,56 \text{ psi}$$

$$P_1 = 10,56 \text{ psi}$$

(NFPA 13 prescribe una presión mínima de 7 psi)

Antes de realizar el cálculo de la perdida por fricción entre los rociadores debemos obtener el diámetro interior de la tubería el cual se determina por la siguiente formula:

Interior = diámetro exterior – 2 x espesor nominal (NPS)

$$in = 1,900 - 2 \times 0,145 = 1,61$$

$$in = 1,61$$

El caudal que circula por la tubería entre los rociadores 1 y 2 es el mismo que sale por el rociador 1.

$$P_{f1} = 4,52 \times \frac{(26)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,01 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores por norma NFPA 13 (15,4ft):

$$P_{f1} = 0,01 \times 15,42 = 0,154\text{psi}$$

Obtener la presión en el rociador 2

La pérdida por fricción entre los rociadores 1 y 2 se suma a la presión en el primer rociador para obtener la presión requerida en el rociador 2.

$$P_2 = P_1 + P_{f1} = 10,56 + 0,1542 = 10,71\text{psi}$$

$$P_2 = 10,71\text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 2

El caudal que descarga el rociador 2 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$Q_2 = k\sqrt{P_2}$$

$$Q_2 = 8\sqrt{10,71} = 26$$

$$Q_2 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2

El caudal que pasa entre los rociadores 3 y 2 es la suma de los caudales de los rociadores 1 y 2.

$$Q_{3-2} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{3-2} = 26 + 26 = 52 \text{ gpm}$$

$$P_{f2} = 4,52 \times \frac{(52)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,0618 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f2} = 0,0618 \times 15,4 = 0,953 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 3

La pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2 se suma a la presión en el rociador 2 para obtener la presión requerida en el rociador 3.

$$P_3 = P_2 + P_{f2} = 10,71 + 0,953 = 11,66\text{psi}$$

$$P_3 = 11,66\text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 3

El caudal que descarga el rociador 3 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$q_3 = 8\sqrt{p_3}$$

$$q_3 = 8\sqrt{11,66} = 27,2$$

$$q_3 = 27,2\text{gpm}$$

El caudal que pasa entre los rociadores 4 y 3 es la suma de los caudales de los rociadores 1, 2 y 3.

$$Q_{5-4} = q_1 + q_2 + q_3$$

$$Q_{5-4} = 26 + 26 + 27,2 = 79,2\text{ gpm}$$

$$P_{f3} = 4,52 \times \frac{(79,2)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,128 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f3} = 0,128 \times 15,4 = 1,973\text{psi}$$

Obtener la presión en el rociador 4

La pérdida por fricción entre los rociadores 4 y 3 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el rociador 4.

$$P_4 = P_3 + P_{f3} = 11,66\text{ psi} + 1,973\text{psi} = 13,63\text{psi}$$

$$P_4 = 13,63\text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 4.

El caudal que descarga el rociador 4 se determina mediante la ecuación de flujo por

orificio.

$$Q_4 = 8\sqrt{P_4}$$

$$Q_4 = 8\sqrt{13,63} = 29,6$$

$$Q_4 = 29,6 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre el nodo A y el rociador 4

El caudal que pasa por la tubería entre el nodo A y el rociador 4 es la suma de los caudales por los rociadores 1, 2, 3 y 4.

$$Q_{A-5} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_{A-5} = 26 + 26 + 27,32 + 29,6 = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f4} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

$$P_{f4} = 0,24 \times 15,42 = 3,701 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el nodo A3

La pérdida por fricción entre el nodo A3 y el rociador 4 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el punto A.

$$P_A = P_4 + P_{f4} = 13,63 + 3,701 = 17,33 \text{ psi}$$

$$P_A = 17,33 \text{ psi}$$

Calcular un “factor K” para la intersección del ramal con el colector

Con la presión y el caudal en el punto de intersección (A) se determina un factor K, utilizando la ecuación de flujo por orificios:

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

$$k_1 = \frac{108,8}{\sqrt{17,33}} = 26,15$$

Este factor K es igual para todas las demás intersecciones que sean similares. Para la intersección diferente se debe determinar otro factor K.

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos B3 y A3

El caudal que pasa entre los nodos B3 y A3 es el mismo que va del punto A al rociador 4.

$$q_{B-A} = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f5} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

$$P_{f5} = 0,24 \times (18,37 + 10) = 6,8 \text{ psi}$$

La longitud equivalente es de 10 ft por tabla, Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18.37ft

(Longitud equivalente de codo Ø2" = 10 ft)

La pérdida por fricción entre los nodos B3 y A3 debe incluir el accesorio de conexión. En este ejemplo, aunque hay una Te, el flujo no se divide, ya que los rociadores del lado izquierdo no se incluyen en el área de diseño; por lo tanto, se considera como un codo de 90°. La longitud equivalente se obtiene de tablas existentes.

Obtener la presión en el nodo B3

La pérdida por fricción entre los nodos B3 y A3 se suma a la presión en el nodo A para obtener la presión requerida en el nodo B3.

$$P_B = P_A + P_{f4} = 17.33 \text{ psi} + 6.8 \text{ ft} = 24.14 \text{ psi}$$

$$P_B = 24.14 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el nodo B3

El caudal que va hacia el ramal se determina mediante la ecuación de flujo por orificios, utilizando el factor K determinado en el paso anterior

$$Q_B = 26.15 \sqrt{P_B}$$

$$Q_B = 26.15 \sqrt{24.14} = 128.4 \text{ gpm}$$

$$Q_B = 128.4 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos C3 y B3

EL caudal que pasa entre los nodos C3 y B3 es la suma de los caudales que salen por los nodos A3 y B3

$$Q_{C-B} = Q_A + Q_B$$

$$Q_{C-B} = 108.8 + 128.4 = 237.2 \text{ gpm}$$

$$P_{f6} = 4.52 \times \frac{(237.2)^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (1.61)^{4.87}} = 1.03 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f6} = 1.03 \times (18.37 + 10) = 29.22 \text{ psi}$$

(Longitud equivalente de Te Ø2" = 10ft)

Obtener la presión en el nodo C3

$$P_C = P_B + P_{f6} = 24.14 + 29.22 = 53.36 \text{ psi}$$

$$P_C = 53.36 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el punto C3

$$q_c = 26,15\sqrt{53,36} = 191,02 \text{ gpm}$$

$$q_c = 191,02 \text{ gpm}$$

Calcular la perdida por fricción en los nodos D3 y C3.

$$q_{D-C} = q_A + q_B + q_C = 108,8 + 128,4 + 191,02 = 428,22$$

$$q_{D-C} = 428,22 \text{ psi}$$

$$P_{f7} = 4,52 \times \frac{(428,22)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 3,09 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f7} = 3,09 \times (18,37 + 10) = 87,66 \text{ psi}$$

Longitud equivalente te 2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo D3

$$P_D = P_C + P_7 = 53,36 + 87,66 = 141,02$$

$$P_D = 141,02 \text{ psi}$$

4.12.4Cálculo hidráulico Nivel 4 de la biblioteca UTFSM sede Concepción

Calcular el caudal mínimo requerido en el primer rociador

El caudal mínimo requerido en el rociador 1 (el más alejado) se determina multiplicando la densidad de descarga por el área de cobertura del rociador:

$$q = D_d \times A_r$$

$$q_1 = 0,10 \text{ 16gpm/pie}^2 \times 256 \text{ pie}^2 = 26 \text{ gpm}$$

$$q_1 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la presión mínima requerida en el rociador 1

La presión mínima requerida para descargar el caudal mínimo por el rociador 1 se calcula a partir de la ecuación de flujo por orificios:

$$q = k\sqrt{P} \implies P = (q/k)^2$$

El factor K = 8

$$P_1 = (26/8)^2 = 10,56 \text{ psi}$$

$$P_1 = 10,56 \text{ psi}$$

(NFPA 13 prescribe una presión mínima de 7 psi)

Antes de realizar el cálculo de la pérdida por fricción entre los rociadores debemos obtener el diámetro interior de la tubería el cual se determina por la siguiente fórmula:

Interior = diámetro exterior – 2 x espesor nominal (NPS)

$$in = 1,900 - 2 \times 0,145 = 1,61$$

$$in = 1,61$$

Los datos utilizados en la fórmula, se obtuvieron de la siguiente tabla: tubería 1-1/2 A53 según norma NFPA 13.

El caudal que circula por la tubería entre los rociadores 1 y 2 es el mismo que sale por el rociador 1.

$$P_{f1} = 4,52 \times \frac{(26)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,01 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores por norma NFPA 13 (15,4ft):

$$P_{f1} = 0,01 \times 15,42 = 0,154 \text{psi}$$

Obtener la presión en el rociador 2

La pérdida por fricción entre los rociadores 1 y 2 se suma a la presión en el primer rociador para obtener la presión requerida en el rociador 2.

$$P_2 = P_1 + P_{f1} = 10,56 + 0,1542 = 10,71 \text{psi}$$

$$P_2 = 10,71 \text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 2

El caudal que descarga el rociador 2 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$Q_2 = k \sqrt{P_2}$$

$$Q_2 = 8 \sqrt{10,71} = 26$$

$$Q_2 = 26 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2

El caudal que pasa entre los rociadores 3 y 2 es la suma de los caudales de los rociadores 1 y 2.

$$Q_{3-2} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{3-2} = 26 + 26 = 52 \text{ gpm}$$

$$P_{f2} = 4,52 \times \frac{(52)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,0618 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f2} = 0,0618 \times 15,4 = 0,953 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el rociador 3

La pérdida por fricción entre los rociadores 3 y 2 se suma a la presión en el rociador 2

para obtener la presión requerida en el rociador 3.

$$P_3 = P_2 + P_{f2} = 10,71 + 0,953 = 11,66\text{psi}$$

$$P_3 = 11,66\text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 3

El caudal que descarga el rociador 3 se determina mediante la ecuación de flujo por orificios:

$$Q_3 = 8\sqrt{P_3}$$

$$Q_3 = 8\sqrt{11,66} = 27,2$$

$$Q_3 = 27,2\text{gpm}$$

El caudal que pasa entre los rociadores 4 y 3 es la suma de los caudales de los rociadores 1, 2 y 3.

$$Q_{5-4} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{5-4} = 26 + 26 + 27,2 = 79,2\text{ gpm}$$

$$P_{f3} = 4,52 \times \frac{(79,2)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,128 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

4,6m es la distancia entre los rociadores (15,4ft):

$$P_{f3} = 0,128 \times 15,4 = 1,973\text{psi}$$

Obtener la presión en el rociador 4

La pérdida por fricción entre los rociadores 4 y 3 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el rociador 4.

$$P_4 = P_3 + P_{f3} = 11,66\text{ psi} + 1,973\text{psi} = 13,63\text{psi}$$

$$P_4 = 13,63\text{psi}$$

Calcular el caudal por el rociador 4.

El caudal que descarga el rociador 4 se determina mediante la ecuación de flujo por orificio.

$$Q_4 = 8\sqrt{p_4}$$

$$Q_4 = 8\sqrt{13,63} = 29,6$$

$$Q_4 = 29,6 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre el nodo A4 y el rociador 4

El caudal que pasa por la tubería entre el nodo A4 y el rociador 4 es la suma de los caudales por los rociadores 1, 2, 3 y 4.

$$Q_{A-5} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_{A-5} = 26 + 26 + 27,32 + 29,6 = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f4} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{pie}}$$

$$P_{f4} = 0,24 \times 15,42 = 3,701 \text{ psi}$$

Obtener la presión en el nodo A4

La pérdida por fricción entre el nodo A4 y el rociador 4 se suma a la presión en el rociador 4 para obtener la presión requerida en el punto A4.

$$P_A = P_4 + P_{f4} = 13,63 + 3,701 = 17,33 \text{ psi}$$

$$P_A = 17,33 \text{ psi}$$

Calcular un “factor K” para la intersección del ramal con el colector

Con la presión y el caudal en el punto de intersección (A) se determina un factor K, utilizando la ecuación de flujo por orificios:

$$k = \frac{q}{\sqrt{p}}$$

$$k_1 = \frac{108,8}{\sqrt{17,33}} = 26,15$$

Este factor K es igual para todas las demás intersecciones que sean similares. Para la intersección diferente se debe determinar otro factor K.

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos B4 y A4

El caudal que pasa entre los nodos B4 y A4 es el mismo que va del punto A al rociador 4.

$$q_{B-A} = 108,8 \text{ gpm}$$

$$P_{f5} = 4,52 \times \frac{(108,8)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 0,24 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

$$P_{f5} = 0,24 \times (18,37 + 10) = 6,8 \text{ psi}$$

La longitud equivalente es de 10 ft por tabla, Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18.37ft

(Longitud equivalente de codo Ø2" = 10 ft)

La pérdida por fricción entre los nodos B4 y A4 debe incluir el accesorio de conexión. En este ejemplo, aunque hay una Te, el flujo no se divide, ya que los rociadores del lado izquierdo no se incluyen en el área de diseño; por lo tanto, se considera como un codo de 90°. La longitud equivalente se obtiene de tablas existentes.

Obtener la presión en el nodo B4

La pérdida por fricción entre los nodos B4 y A4 se suma a la presión en el nodo A para obtener la presión requerida en el nodo B4.

$$P_B = P_A + P_{f4} = 17.33 \text{ psi} + 6.8 \text{ ft} = 24.14 \text{ psi}$$

$$P_B = 24.14 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el nodo B4

El caudal que va hacia el ramal se determina mediante la ecuación de flujo por orificios, utilizando el factor K determinado en el paso anterior

$$Q_B = 26.15 \sqrt{P_B}$$

$$Q_B = 26.15 \sqrt{24.14} = 128.4 \text{ gpm}$$

$$Q_B = 128.4 \text{ gpm}$$

Calcular la pérdida por fricción entre los nodos C4 y B4

EL caudal que pasa entre los nodos C4 y B4 es la suma de de los caudales que salen por los nodos A4 y B4

$$Q_{C-B} = Q_A + Q_B$$

$$Q_{C-B} = 108.8 + 128.4 = 237.2 \text{ gpm}$$

$$P_{f6} = 4.52 \times \frac{(237.2)^{1.85}}{(150)^{1.85} \times (1.61)^{4.87}} = 1.03 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f6} = 1.03 \times (18.37 + 10) = 29.22 \text{ psi}$$

(Longitud equivalente de Te Ø2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo C4

$$P_C = P_B + P_{f6} = 24.14 + 29.22 = 53.36 \text{ psi}$$

$$P_c = 53,36 \text{ psi}$$

Calcular el caudal que sale hacia el ramal conectado en el punto C4

$$q_c = 26,15 \sqrt{53,36} = 191,02 \text{ gpm}$$

$$q_c = 191,02 \text{ gpm}$$

Calcular la perdida por fricción en los nodos D4 y C4.

$$q_{D-C} = q_A + q_B + q_C = 108,8 + 128,4 + 191,02 = 428,22$$

$$q_{D-C} = 428,22 \text{ psi}$$

$$P_{f7} = 4,52 \times \frac{(428,22)^{1,85}}{(150)^{1,85} \times (1,61)^{4,87}} = 3,09 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

Pasamos los 5,6 m los cuales son la separación de la distancia entre nodos la cual nos da 18,37ft

$$P_{f7} = 3,09 \times (18,37 + 10) = 87,66 \text{ psi}$$

Longitud equivalente te 2" = 10ft

Obtener la presión en el nodo D4

$$P_D = P_C + P_7 = 53,36 + 87,66 = 141,02$$

$$P_D = 141,02 \text{ psi}$$

4.12.5Cálculo de la Presión del sistema

Perdida por fricción: Nivel1=87,66 psi, Nivel 2= 87,66, Nivel 3= 87,66 psi, Nivel 4= 87,66 psi
 $87,66+87,66+87,66+87,66=350,64\text{psi}$

Perdida por fricción=350,64psi

Presión del sistema: Nivel 1=141,02psi, Nivel 2=141,02psi, Nivel 3=141,02psi, Nivel 4=141,02psi,

$$141,02 + 141,02 + 141,02 + 141,02 = 564,08$$

Presion Disponible = Presion del sistema – Perdida por friccion

$$Presion disponible = 564,08\text{psi}-350,64\text{psi}=213,44\text{psi}$$

$$Presion disponible = 213,44\text{psi}$$

4.13 Calcular el número de bombas necesarias

Ahora podemos calcular cuántas bombas son necesarias para satisfacer la demanda del sistema.

la bomba seleccionada para este cálculo es la: ksb Meganorm

Manual Técnico
N° A2742.1 S

KSB Meganorm



Aplicación

La bomba centrífuga KSB Meganorm es indicada para el bombeo de agua y de líquidos limpios o turbios en las siguientes aplicaciones:

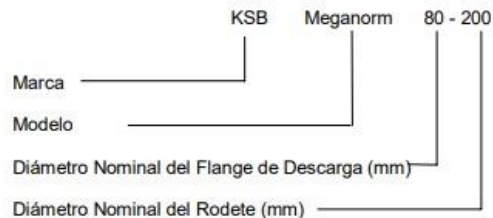
- Abastecimiento de agua
- Drenaje
- Irrigación
- Industria en general
- Aire acondicionado
- Combate de incendio

Descripción General

Ejecución horizontal, de una etapa, succión horizontal simple y descarga vertical, con diseño "back-pull-out" que permite la mantención y servicio de reparación por la parte trasera, sin desconectar las tuberías.

Dimensionalmente construida según norma DIN 24256 / ISO 2858, y mecánicamente de acuerdo a norma ANSI B 73.1.

Denominación



Datos de Operación

Tamaños	- DN 25 hasta 150 mm
Caudales	- hasta 700 m ³ /h
Presiones	- hasta 140 m
Temperaturas	- hasta 105 °C
Rotaciones	- hasta 3500 rpm

Ilustración 20 Manual Técnico bomba KSB Meganorm, fuente: pagina ksb

Capacidad de una bomba: 3082.01 gpm (basado en 700 m³/h)

Demanda del sistema: 764,08 gpm(208,41 m³/h)|

Para determinar el número de bombas necesarias:

$$\text{Numero de bombas} = \frac{\text{Demanda del sistema}}{\text{capacidad de una bomba}}$$

$$\text{Numero de bombas} = \frac{764,08 \text{ gpm}}{3082,01 \text{ gpm/bomba}} = 0,2$$

$$\text{Numero de bombas} = 1$$

Esto significa que necesitaríamos aproximadamente 1 bombas para satisfacer la demanda de 764,08gpm. Dado que no se puede tener fracciones de bombas, redondeamos hacia arriba para asegurarnos de que el sistema pueda manejar la demanda máxima:

$$\text{Numero de bombas} = 1$$

4.13.1Calculo bomba jockey

Dado que la presión disponible es de 213.44 psi y la demanda del sistema es de 764.08 gpm, la bomba jockey debe mantener la presión en el sistema y manejar pequeñas demandas de agua sin que la bomba principal se active. Para determinar los parámetros de la bomba jockey, sigamos estos pasos

Capacidad de la Bomba Jockey:

Generalmente, la bomba jockey se dimensiona para el 1-2% de la capacidad de la bomba principal. Tiene una capacidad de 3082.01 gpm, entonces la capacidad de la bomba jockey debe ser:

$$\begin{aligned}\text{Capacidad de la bomba jockey} &= 3082.01\text{gpm} \times 0.01 \text{ a } 0.02 \\ &= 30.82\text{gpm a } 61.64\text{gpm}\end{aligned}$$

Presión de la bomba Jockey

La presión de la bomba jockey debe ser ligeramente superior a la presión de operación del sistema para mantener la presión constante y evitar la activación de la bomba principal debido a pequeñas fluctuaciones. En este caso, dado que la presión disponible es de 213.44 psi, la bomba jockey debe mantener una presión ligeramente superior, generalmente entre 5 y 10 psi más alta.

$$\text{Presion de la bomba jockey} \approx 213.44\text{psi} + 5\text{a}10\text{psi} = 218.44\text{psi a } 223.44\text{psi}$$

Resumen

Capacidad de la bomba jockey: Entre 30.82 gpm y 61.64 gpm.

Presión de la bomba jockey: Entre 218.44 psi y 223.44 psi.

Este rango de presión asegurará que la bomba jockey mantenga la presión adecuada en el sistema y compense cualquier pequeña pérdida sin activar la bomba principal innecesariamente.

4.14 Diagrama P&D

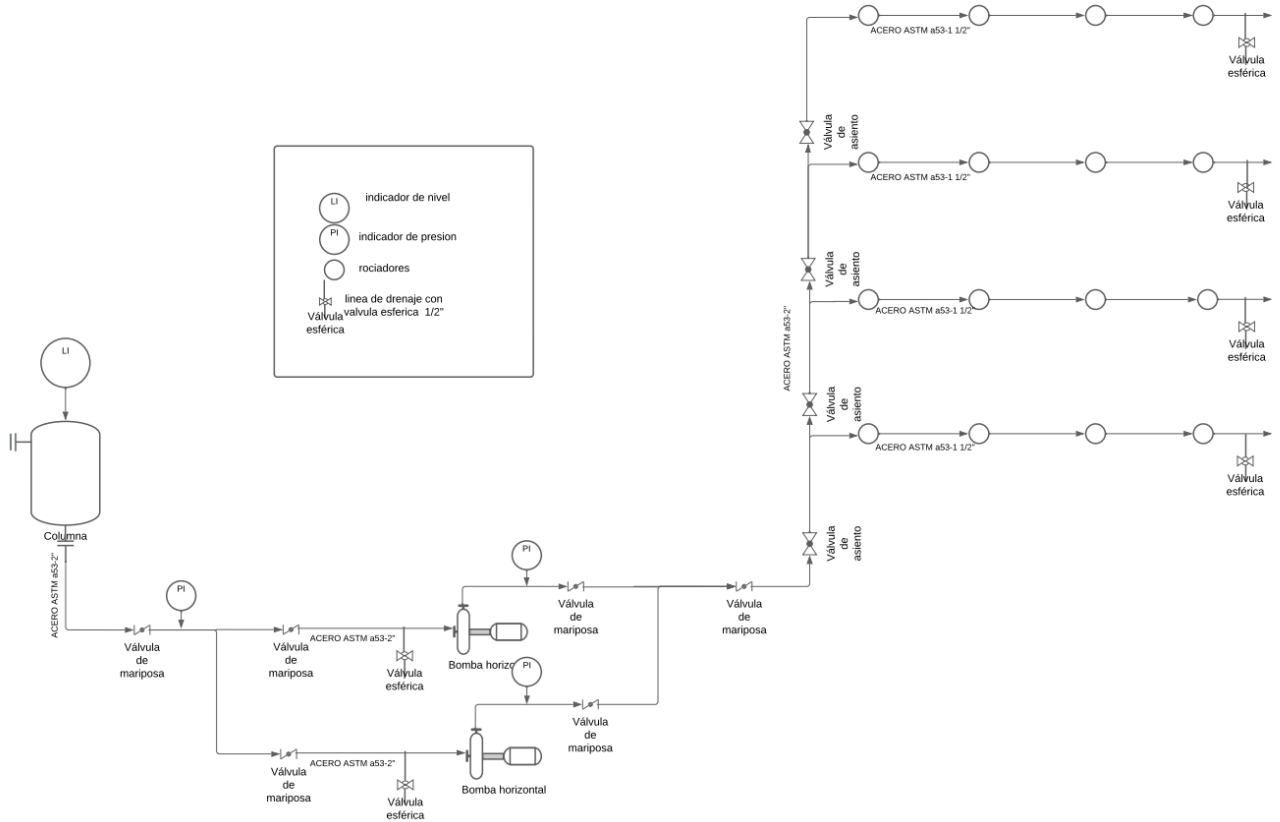


Ilustración 38 Diagrama P&D proyecto de red contra incendios NFPA 13, fuente: elaboracion propia

En el diagrama se observa una columna de almacenamiento de agua equipada con una línea de tuberías de 2 pulgadas de diámetro, que incorpora válvulas mariposas para la regulación del flujo del agua. El sistema cuenta con un manómetro instalado en las tuberías y un indicador de nivel para el tanque de almacenamiento. Este tanque alimenta una red de rociadores contra incendios mediante una bomba centrífuga y una bomba jockey, las cuales se encargan de incrementar el caudal y la presión necesarios. El agua fluye hacia una rama principal de 2 pulgadas de diámetro y, desde ahí, a los ramales secundarios de 1 1/2 pulgadas donde están ubicados los rociadores.

CAPÍTULO 5

5.1 Planificación del proyecto

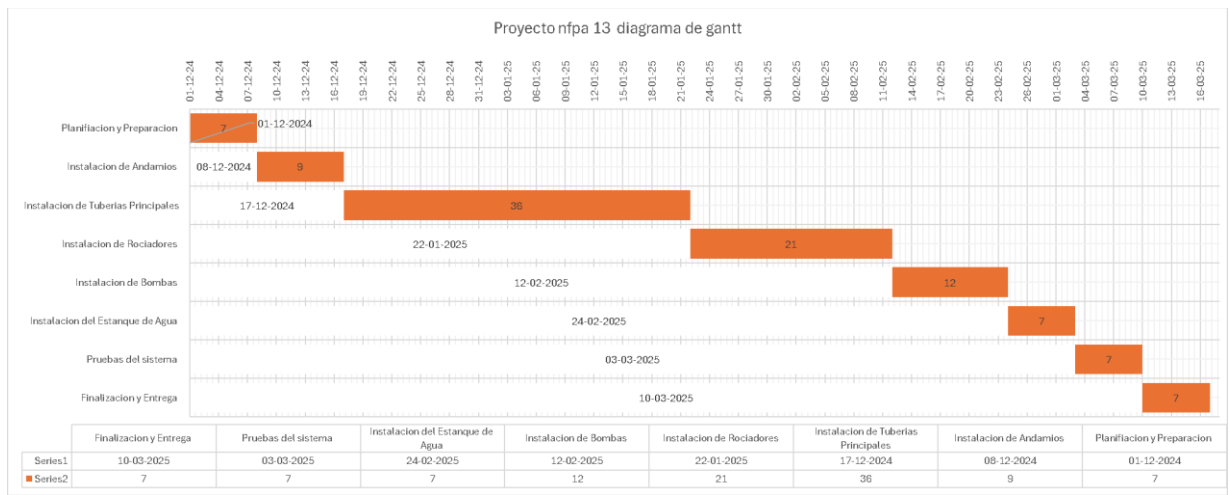


Ilustración 40 Carta Gantt proyecto, fuente: elaboración propia.

Se realizó una carta Gantt por lo siguiente:

Visión General del Cronograma: La carta Gantt te permitirá visualizar claramente el cronograma completo del proyecto, desde el inicio hasta la finalización, mostrando todas las actividades planificadas y su duración.

Secuenciación y Dependencias: ayudará a identificar el orden en que deben realizarse las tareas y las dependencias entre ellas. Esto es crucial para asegurar que las actividades se realicen en el orden correcto y para gestionar eficazmente los recursos.

Asignación de Recursos: asignar recursos específicos (humanos, materiales, financieros) a cada tarea, asegurando que cada actividad tenga los recursos necesarios para completarse satisfactoriamente.

Monitoreo del Progreso: Facilitará el seguimiento del progreso del proyecto en comparación con el plan inicial. Podrás actualizar el estado de las tareas conforme avanza el proyecto y comparar el progreso real con el planificado.

Identificación de Problemas: Podemos identificar rápidamente posibles desviaciones del plan y tomar medidas correctivas antes de que se conviertan en problemas mayores.

Comunicación y Colaboración: Sirve como una herramienta de comunicación eficaz para todo el equipo del proyecto y las partes interesadas. Todos tendrán una comprensión clara de lo que se está haciendo y cuándo se espera que se complete cada tarea.

Planificación a Largo Plazo: Facilitará la planificación a largo plazo, permitiéndote gestionar y ajustar los recursos y actividades según las necesidades del proyecto.

En resumen, la carta Gantt te proporcionará una herramienta poderosa y visual para la gestión de nuestro proyecto, ayudándote a mantener el control y la organización a lo largo de todas las etapas del proyecto.

5.2 Presupuesto

PRESUPUESTO							
NOMBRE PROYECTO: IMPLMATAACION DE SISTEMA DE RED DE INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA 13 "NORMA PARA LA INSTALACION DE SISTEMA DE ROCIADORES							
Item	Materiales	Unidad		Cantidad		Precio Unitario	Total
	codos de 90 galvanizado (2" \$7.735 el de 1" 2.618, no se especifica medida)	Uni		10		\$ 7.735	\$ 77.350
	tuberías de 2"	Tira		3		\$ 70.365	\$ 211.095
	tuberías de 1 1/2"	Tira		6		\$ 36.192	\$ 217.152
	Indicador de presión (manómetro)	uid		5		\$ 60.000	\$ 300.000
	rociadores (36 pero se considera siempre tener 6 de repuesto por norma)	Uni		42		\$ 11.377	\$ 477.834
	valvula de compuerta	Unidad		3		\$ 50.000	\$ 150.000
	valvula de drenaje	unidad		3		\$ 40.000	\$ 120.000
	abrazaderas	Uni		27		\$ 1.820	\$ 49.140
	colgadores de tuberías horizontal (soporte antisísmico)	Uni		27		\$ 16.931	\$ 457.137
	colgante vertical (soporte antisísmico)	Uni		27		\$ 20.486	\$ 553.122
	tee (2" \$5490 el de 1 1/2" 1.610, no se especifica cual)	Uni		9		\$ 16.931	\$ 152.379
	cables y conectores electricos	lote		1		\$ 100.000	\$ 100.000
	herramientas manuales varias	unid		1		\$ 150.000	\$ 150.000
	bomba jockey	uni		1		\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
	bomba megatrom ksb	uni		1		\$ 7.500.000	\$ 7.500.000
	contenedor de agua	uni		1		\$ 4.300.000	\$ 4.300.000
	extintores (Extintor PQS 4kg 90% DS44)	Uni		3		\$ 24.587	\$ 73.761
	epp					\$ 150.000	\$ 150.000
Subtotal							\$ 18.538.970
Subtotal + IVA							\$ 3.522.404
Total							\$ 22.061.374

Ilustración 41 Presupuesto Materiales, fuente: elaboración propia

Item	Equipos	Unidad	horas	horas de vida útil equipo	Cant	desgaste	Precio	Total
	cortadora de metal		336	5840	2	\$ 48,53	\$ 283.430	\$ 32.614
	Esmeril Angular Inalámbrico		336	5840	2	\$ 63,18	\$ 368.990	\$ 42.459
	Taladro percutor Inalámbrico		336	5840	2	\$ 53,08	\$ 309.990	\$ 35.670
	maquina de soldar		48	5840	1	\$ 34,25	\$ 200.000	\$ 1.644
	camion pluma o grua(arriendo)		200		1		\$ 3.780	\$ 756.000
	compresor de aire		24		0		\$ 4.900	\$ 196
Total								\$ 868.583

Ilustración 42 Presupuesto Equipos, fuente: elaboración propia

Item	mano de obra	Unidad		Cant		Precio	Total
	ingeniero de proyecto	Día	10	1		\$ 75.000	\$ 750.000
	supervisor	Día	83	1		\$ 50.000	\$ 4.400.000
	tecnico de instalaciones de proteccion contra incendios	Día	79	1		\$ 40.000	\$ 3.160.000
	ayudante de instalaciones	Día	85	2		\$ 30.000	\$ 5.100.000
	ayudante de instalaciones	Día	85	1		\$ 20.000	\$ 1.700.000
	electrico	Día	3	1		\$ 40.000	\$ 120.000
	fontanero	Día	7	1		\$ 40.000	\$ 280.000
	soldador	Día	6	1		\$ 40.000	\$ 240.000
	andamiere arriendo	Día	60	1		\$ 6.946	\$ 416.760
	Leyes sociales	%		29%			\$ 4.688.360
Total							\$ 20.855.120
Total proyecto							\$ 43.785.078

Ilustración 43 Presupuesto Mano de Obra, fuente: elaboración propia

5.3 Evaluación económica del proyecto

Calcular los flujos de caja netos anuales

Inversión inicial: 43,785,078 dólares

Costo de mantenimiento anual: 1,000,000 dólares

Beneficio anual (ahorros en costos operativos y de seguros): 3,000,000 dólares

\$2,000,000(beneficios anuales – costos de mantenimiento anual)

Supongamos también una tasa de descuento del 10% anual.

Calcular el valor presente de cada flujo de caja

Utilizamos la formula de valor presente (VP)

$$VP = \frac{FC}{(1 + r)^t}$$

Donde:

FC es el flujo de caja en el año

r es la tasa de descuento (10%)

t es el año

sumar los valores presentes para obtener el van

calcular el TIR

La TIR es la tasa que hace que el VAN sea igual a cero. Utilizamos una función financiera para encontrar esta tasa.

Vamos a realizar estos cálculos paso a paso.

cálculos detallados del Valor Actual Neto (VAN) paso a paso desde el año 0 al año 5:

Calculando el VAN acumulado año a año:

Primero, vamos a calcular el flujo de efectivo neto acumulado cada año y el VAN acumulado hasta ese año.

Año 0:

Inversión inicial: \$43,785,078

Valor Presente (VP): - \$43,785,078 (sin descuentos porque es el año 0)

Año 1:

Flujo de efectivo neto: Beneficio anual - Costo de mantenimiento

$$\text{Flujo de efectivo neto} = \$3,000,000 - \$1,000,000 = \$2,000,000$$

VAN acumulado año 1:

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = \$43,785,078 + \frac{2,000,000}{(1 + 0,10)^1}$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$43,785,078 + 1,10 = \$1,818,181.82$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$43,785,078 + \$1,851,852 = -\$41,966,896.18$$

Año 2:

Flujo de efectivo neto: \$2,000,000

VAN acumulado año 2:

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$41,966,896.18 + \frac{\$2,000,000}{(1 + 0,10)^2}$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$41,966,896.18 + \$1,652,892.56$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$40,313,003.62$$

Año 3:

Flujo de efectivo neto: \$2,000,000

VAN acumulado año 3

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$40,313,003.62 + \frac{\$2,000,000}{(1 + 0,10)^3}$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$40,218,836 + \$1,502,629.60$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$38,810,374.02$$

Año 4:

Flujo de efectivo neto: \$2,000,000

VAN acumulado año 4

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$38,810,374.02 + \frac{\$2,000,000}{(1 + 0,10)^4}$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$38,631,271 + \$1,366,026.91$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$37,444,347.11$$

Año 5:

Flujo de efectivo neto: \$2,000,000

VAN acumulado año 5

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$37,160,357 + \frac{2,000,000}{(1 + 0,08)^5}$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$37,444,347.11 + 1,241,842.65$$

$$\text{van}_{\text{acumulado}} = -\$36,202,504.46$$

vemos que el VAN acumulado es negativo durante los primeros 5 años. Esto significa que, en esos primeros años, los costos del proyecto superan los beneficios y no es rentable.

Año 0: -\$43,785,078

Año 1: -\$41,966,896.18

Año 2: -\$40,313,003.62

Año 3: -\$38,810,374.02

Año 4: -\$37,444,347.11

Año 5: -\$36,202,504.46

Determinando el Año de Rentabilidad

El año en que el proyecto se vuelve rentable se determina cuando el VAN acumulado se vuelve positivo. En este caso, podemos ver que el VAN acumulado es negativo hasta

el año 5. Esto sugiere que el proyecto no se vuelve rentable dentro de los primeros 5 años. Para encontrar el año exacto en que el proyecto se vuelve rentable, podemos continuar calculando el VAN acumulado para más años hasta que sea positivo. Sin embargo, en este caso, debido a la tasa de descuento de 10%, es posible que el proyecto no se vuelva rentable dentro de un horizonte de tiempo razonable.

A pesar de que el análisis financiero muestra un VAN negativo, lo que sugiere que el proyecto no es rentable desde una perspectiva puramente económica, hay razones fundamentales para llevar a cabo el proyecto que trascienden los cálculos financieros:

Normativa y Regulaciones: La realización del proyecto puede ser necesaria para cumplir con las normativas vigentes en materia de seguridad y construcción. Ignorar estas regulaciones podría resultar en multas, sanciones legales y riesgos para las personas.

Seguridad de las Personas: La implementación del proyecto puede mejorar significativamente la seguridad de los ocupantes del edificio, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando las condiciones de seguridad en general.

Reducción de Costos en Caso de Siniestro: En el desafortunado evento de un siniestro, un edificio actualizado y mantenido de acuerdo a las normas puede reducir los costos de los materiales y la estructura, minimizando los daños y los costos de reparación.

Responsabilidad Social y Reputación: La decisión de realizar el proyecto también puede estar influenciada por consideraciones éticas y de responsabilidad social. Mantener un edificio seguro y en buenas condiciones puede mejorar la reputación de la organización y demostrar un compromiso con el bienestar de los empleados y usuarios.

CAPÍTULO 6

6.1 Conclusión

El presente trabajo de título representa un esfuerzo significativo para mejorar la seguridad contra incendios mediante la implementación de un sistema de red basado en la norma NFPA

13. La norma, "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores", ha servido como guía esencial para el diseño y la instalación de sistemas de rociadores automáticos. Estos sistemas, como se ha demostrado a lo largo de este estudio, desempeñan un papel fundamental en la protección contra incendios, permitiendo el control y la extinción eficaz de incendios en sus etapas iniciales.

Durante la ejecución de este proyecto, se ha logrado implementar un sistema de red contra incendios que cumple con los rigurosos estándares establecidos por la NFPA 13. La meticulosa planificación, diseño e instalación de los rociadores automáticos se han traducido en un entorno más seguro para las personas y los activos presentes en el edificio objeto de estudio. La elección de seguir las directrices de la NFPA 13 ha permitido no solo el cumplimiento de la normativa sino también la garantía de un sistema que se encuentra en la vanguardia de las mejores prácticas en seguridad contra incendios.

Los resultados obtenidos a lo largo de este proyecto demuestran la eficacia de la norma NFPA 13 en la protección contra incendios. La capacidad de los rociadores automáticos para detectar y controlar incendios en sus fases iniciales ha mejorado significativamente la seguridad del edificio. Además, la norma proporciona una estructura clara y detallada para el diseño y la instalación, lo que facilita la implementación exitosa de estos sistemas en diversos entornos.

Este trabajo no solo ha contribuido al cuerpo de conocimientos en el ámbito de la seguridad contra incendios, sino que también destaca la importancia de adoptar y seguir normativas actualizadas y reconocidas internacionalmente. La aplicación de la NFPA 13 ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir riesgos y mitigar las consecuencias potenciales de un incendio.

En resumen, la implementación de un sistema de red contra incendios basado en la norma NFPA 13 ha resultado en un hito significativo en la mejora de la seguridad en el entorno construido. Los resultados positivos y la eficacia demostrada del sistema validan la elección de seguir las directrices establecidas por esta normativa líder en la industria de la seguridad contra incendios. Este proyecto sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el ámbito de la protección contra incendios, contribuyendo a la creación de entornos más seguros y resilientes. actuales y futuras de la seguridad contra incendios.

A pesar de que el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) inicial indica un resultado negativo, es fundamental recordar que el propósito principal de este proyecto va más allá de la rentabilidad financiera a corto plazo. La instalación del sistema de protección contra incendios tiene como objetivo prioritario garantizar la seguridad de los estudiantes, profesores y personal en los edificios universitarios, además de cumplir con las estrictas normas de la NFPA 13.

El sistema no solo mejorará la seguridad contra incendios, sino que también proporcionará tranquilidad a la comunidad universitaria al cumplir con las regulaciones de seguridad más rigurosas. Aunque el retorno de la inversión financiera no sea inmediato, los beneficios en términos de seguridad y cumplimiento normativo a largo plazo son incalculables.

Es importante reconocer que la inversión en la seguridad y el bienestar de las personas siempre es una prioridad, y en este caso, el proyecto no solo cumplirá con los estándares requeridos, sino que también establecerá una base sólida para la protección continua de la comunidad universitaria en el futuro.

6.2 Linkografía

Ybirma, I. L. (2024, 29 mayo). CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES SEGÚN NFPA

13. Contra incendio. <https://www.contraincendio.com.ve/clasificacion-de-las-ocupaciones-segun-nfpa-13/>

NFPA 13: Instalación de sistema de rociadores.

(s. f.). <https://www.maxiseguridad.com.ar/detalle-noticias-maxiseguridad/289/NFPA-13-Instalacion-de-Sistema-de-Rociadores#:~:text=La%20distancia%20m%C3%A1xima%20de%20los,menor%20a%20%2C44%20metros.>

NFPA 1 Code Development. (s. f.). <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-13-standard-development/1>

Ybirma, I. L. (2024a, marzo 27). FENÓMENOS DEL FUEGO.

Contra incendio. <https://www.contraincendio.com.ve/fenomenos-del-fuego/>

Guía fuego. (s. f.). https://www.anb.cl/documentos_sitio/Guia-Fuego.pdf

Manual de seguridad contra incendios. (s. f.).

https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Manual-de-Seguridad-contra-Incendios_CChC_enero2014.pdf

Red contra incendios. (s. f.). <https://www.aristegui.info/redes-contra-incendios-principios-basicos/>

Norma NFPA 13 (1996.^a ed.).

(s. f.). https://www.academia.edu/40263299/NFPA_13_Norma_para_la_Instalaci%C3%B3n_de_Sistemas_de_Rociadores

