



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA  
INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO  
COMERCIAL EN LA CIUDAD DE  
JULIACA 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**VICTOR EDWIN QUISPE PARI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**

**JULIACA – PERÚ**  
**2025**



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**  
**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA**  
**INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO**  
**COMERCIAL EN LA CIUDAD DE**  
**JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

**VICTOR EDWIN QUISPE PARI**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:


**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL**

**MENCIÓN: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :   
Dr. ARNALDO YANA TORRES

MIEMBRO DEL JURADO :   
Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

ASESOR DE TESIS :   
M.Sc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P49



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0026-2025-D-EPG-UANCV/J**

Juliaca, 08 de enero del 2025

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-014309, presentado por el (la) Bachiller **QUISPE PARI VICTOR EDWIN**, con número de DNI. **41666941**, asignado (a) con código de matrícula **1410150006**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

**Que**, el (a) Bach. **QUISPE PARI VICTOR EDWIN**, con número de DNI. **41666941**, asignado (a) con código de matrícula **1410150006**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P49** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis a probado por los Jurados el 13 de diciembre del 2024, Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. – DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024** Elaborado por el (la) Bachiller **QUISPE PARI VICTOR EDWIN**. Integrado por los siguientes docentes:

<b>Presidente del Jurado</b>	:	<b>Dr. LEONEL SUASACA PELINCO</b>
<b>Miembro del Jurado</b>	:	<b>Dr. ARNALDO YANA TORRES</b>
<b>Miembro del Jurado</b>	:	<b>Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA</b>
<b>Asesor de Tesis</b>	:	<b>M.Sc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA</b>

**ARTÍCULO SEGUNDO. -** El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

<b>Fecha</b>	:	<b>Viernes 10 de enero del 2025</b>
<b>Hora</b>	:	<b>10:30 a.m.</b>
<b>Lugar</b>	:	<b>Aula N° 310 EPG - UANCV – JULIACA</b>

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAGISTER** de los estudiantes que ingresaron antes a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

**ARTÍCULO TERCERO. -** Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO  
Dr. Leopoldo Mercedes Condori Curi  
DIRECTOR (e)

Cc: Autores EPG (11)  
Interrogados (11)  
Carga (11)  
Julianos (13)  
Rector (1)  
Expediente (17)  
LIRCO (1)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



### RESOLUCION DIRECTORAL N°0980 - 2024 - USA-EPG/UANCV

Juliaca, 22 de julio del 2024.

#### VISTOS:

El expediente N° 08232, de fecha 09 de julio del 2024, presentado por el (la) Bach. **VICTOR EDWIIN QUISPE PARI** con DNI N° **41666941**, código de matrícula **1410150006**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024** Línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P49**, para optar el grado de **MAGISTER** en **INGENIERÍA CIVIL** mención: **DISEÑO Y CONSTRUCCIONES**, de la Escuela de Postgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Sede Central Juliaca.

#### CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Postgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Postgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Postgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Postgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Postgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 0476-2024-USA-EPG/UANCV-I, de fecha 29 de abril del 2024, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

Presidente	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Primer Miembro	: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
Segundo Miembro	: Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA
Asesor	: MSc. JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA

Que, con registro N° 005897, de fecha 14 de junio del 2024, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024** cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Postgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Postgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024** para obtener el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERÍA CIVIL** mención: **DISEÑO Y CONSTRUCCIONES** de la UANCV.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Escuela de Postgrado  
Dr. [Firma] Director (e)

«A» CARGO (01)  
«R» ARCHIVO EPG-2024 (01)  
«I» INTERESADO (01)  
SWCC/veh



## EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.utp.edu.pe">repositorio.utp.edu.pe</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://poz.unexpo.org">poz.unexpo.org</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to uady Trabajo del estudiante	1%



### Metadatos complementarios - UANCV

<b>Título de la Tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	VICTOR EDWIN QUISPE PARI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41666941
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-7284-1188">https://orcid.org/0009-0005-7284-1188</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	JUAN CARLOS HERRERA MIRANDA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	29606930
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5640-400X">https://orcid.org/0000-0002-5640-400X</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6657-665X">https://orcid.org/0000-0001-6657-665X</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	SEGUNDO ORTIZ CANSAYA



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29309750
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0224-8651">https://orcid.org/0000-0003-0224-8651</a>
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología De La Construcción – P49
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>CIUDAD DE JULIACA</b></p> <p>País: Perú</p> <p>Departamento: Puno</p> <p>Provincia: San Román</p> <p>Distrito: Juliaca</p> <p><b>Coordenadas:</b></p> <p>Latitud: -15.500236139882634</p> <p>Longitud: -70.12831161680825</p> <p><a href="https://maps.app.goo.gl/tBQCkFTbH9Cz3n3B6">https://maps.app.goo.gl/tBQCkFTbH9Cz3n3B6</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo del 2024 – Enero del 2025
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Educación general (incluye capacitación, pedadogía)</b></p> <p><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.03.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.03.01</a></p> <p><b>Ciencias de la educación</b></p> <p><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.03.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.03.00</a></p>


 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y ESCUELA DE POSGRADO  
  
 Dr. Segundo Ortiz Cansado  
 DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - EPG



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Victor Edwin Quispe Pari identificado con DNI Nro. 41666941 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

Maestría en Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

Evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua para un centro comercial en la ciudad de Juliaca 2024

Asesorado por: M. Sc. Juan Carlos Herrera Miranda

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 29 de Enero del 2025

FIRMA DEL ASESOR (obligatoria)

FIRMA (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A nuestro padre celestial Dios, por haberme guiado por la ruta del saber y del bien.

Con profunda gratitud te dedico esta tesis a mi asesor+ y jurado evaluador, su paciencia y experiencia fueron valiosos en este sentido. Gracias por tu incansable dedicación y por animarme a alcanzar nuevos sueños.

A todas las personas que me guían incansablemente, sus palabras de aliento y su fe en mí fueron mi mejor fortaleza. Este logro es un reflejo del esfuerzo compartido y el apoyo constante que he recibido.



## AGRADECIMIENTO

A todos los estudiantes de Ingeniería Civil y a las futuras generaciones de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez (UANCV), que con esfuerzo, dedicación y visión aspiran a construir un mejor futuro a través del diseño y la construcción de infraestructuras que sirvan a la sociedad y promuevan el desarrollo sostenible.

Que este trabajo sea una inspiración para quienes buscan en el conocimiento y en la práctica profesional una herramienta para transformar nuestro entorno. A ustedes, quienes forjarán con cada proyecto una sociedad más segura, moderna y resiliente, dedico este esfuerzo con la esperanza de que sigan alcanzando nuevos horizontes y dejando una huella imborrable en el mundo de la construcción.



## ÍNDICE

ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	xi

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2.1. Interrogante General .....	2
1.2.2. Interrogantes específicos .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.3.1. Justificación técnica .....	3
1.3.2. Justificación económica .....	3
1.3.3. Justificación social .....	3
1.3.4. Justificación ambiental .....	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. HIPÓTESIS .....	5
1.5.1. Hipótesis general .....	5
1.5.2. Hipótesis específicas .....	5
1.6. VARIABLES E INDICADORES .....	5
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	11
2.1.3. Antecedentes locales y regionales .....	13
2.2. MARCO TEÓRICO .....	15
2.2.1. Sistemas de Protección contra Incendios .....	15
2.2.2. Fundamentos Teóricos para un sistema contra incendio .....	15
2.2.3. Protección contra Incendios a Base de Agua .....	16



- 2.2.4. Normativas y Regulaciones en Protección contra Incendios..... 16
- 2.2.5. Elementos Críticos de los Sistemas de Rociadores ..... 17
- 2.2.6. Importancia de la Protección contra Incendios en Infraestructuras de Concurrencia Pública ..... 17
- 2.2.7. Componentes de los Sistemas de Protección contra Incendios..... 18
- 2.2.8. Clasificación de los Sistemas de Rociadores y sus Aplicaciones..... 19
- 2.2.9. Normativas y Estándares para Sistemas de Protección contra Incendios..... 19
- 2.2.10. Diseño y Dimensionamiento de Sistemas de Rociadores ..... 20
- 2.2.11. Mantenimiento y Verificación de Sistemas de Protección contra Incendios ..... 20
- 2.2.12. Evaluación de la Eficiencia del Sistema de Protección contra Incendios ..... 21
- 2.2.13. Introducción a los Sistemas de Alarma contra Incendios ..... 21
- 2.2.14. Normatividad y Especificaciones Técnicas ..... 21
- 2.2.15. Mantenimiento de Sistemas de Alarma..... 22
- 2.2.16. Componentes Clave y Recomendaciones de Mantenimiento ..... 22
- 2.2.17. Retos en la Operación de los Sistemas de Alarma ..... 23
- 2.3. MARCO CONCEPTUAL ..... 25

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN ..... 28
  - 3.1.1. Enfoque cuantitativo ..... 28
  - 3.1.2. Nivel... ..... 30
- 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA ..... 30
  - 3.2.1. Población ..... 30
  - 3.2.2. Muestra..... 30
- 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 31
- 3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS..... 33
  - 3.4.1. Plan de recolección de datos. .... 33
  - 3.4.2. Proceso de cálculo del sistema contra incendios ..... 40
  - 3.4.3. Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y Área (A) protegida según ocupación. .... 53
  - 3.4.4. Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla)..... 56
  - 3.4.5. Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac..... 57

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

- 4.1. DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS..... 83



4.2.	CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y CONFORMIDAD CON LOS ESTÁNDARES.....	84
4.3.	IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS TÉCNICAS .....	84
4.4.	ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y COBERTURA DEL SISTEMA.....	85
4.5.	ANÁLISIS DEL NIVEL DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.....	85
4.6.	VERIFICACIÓN del sistema hidraulico .....	86
4.7.	RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA QUE ESTA CUBRIRÁ LA NECESIDAD ANTE UN EVENTO DE INCENDIO EN EL CENTRO COMERCIAL .....	87
4.7.1.	Paso 1.- Clasificación el riesgo en base a la ocupación.....	88
4.7.2.	Paso 2.- Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y Área (A) protegida según ocupación. ....	89
4.7.3.	Paso 3.- Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla). ....	91
4.7.4.	Paso 4.- Calcular el caudal de agua por rociador según curva de densidad (d)/área(Ac).....	91
4.7.5.	Paso 5.- Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac. ....	92
4.7.6.	Paso 6.- Calcular el número y ubicación de rociadores abiertos en dicha área. ....	92
4.7.7.	Paso 7.- Calcular la cantidad de rociadores por ramal.....	92
4.7.8.	Paso 8.- Comenzar el calculo hidráulico con el rociador más remoto. ....	93
4.7.9.	Paso 9.- Definir los diámetros de tubería en cada ramal.....	95
4.7.10.	Paso 10.- Cálculo de la bomba. ....	96
4.7.11.	Paso 11.- Definir capacidad de la cisterna de agua .....	97
4.8.	ESTIMAR LAS MEJORAS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO USANDO LAS NORMATIVAS NACIONAL E INTERNACIONAL PARA GARANTIZAR EL ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO ANTE UN EVENTO DE INCENDIO EN EL CENTRO COMERCIAL.....	98
4.9.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	100

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **ANEXOS**



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variable.....	6
Tabla 2.- Áreas del sótano .....	411
Tabla 3.- Áreas nivel 1.....	422
Tabla 4.- Áreas del nivel 2.....	43
Tabla 5.- Áreas del nivel 3.....	44
Tabla 6.- Áreas del nivel 4.....	45
Tabla 7.- Áreas del nivel 5.....	46
Tabla 8.- Áreas del nivel 6.....	47
Tabla 9.- Áreas del nivel 7.....	48
Tabla 10.- Áreas del nivel 8.....	49
Tabla 11.- Requerimiento mínimo de protección contra incendios para edificaciones comerciales .....	50
Tabla 12.- Requerimiento mínimo de protección contra incendios para almacenes techados, de altura menos a 3.7m y que constituyen el principal o único uso de ocupación. ....	50
Tabla 13.-Criterios de descarga para el almacenamiento misceláneo de hasta 12 pies (3m) de altura .....	51
Tabla 14.- Criterios de descarga para el almacenamiento misceláneo.....	52
Tabla 15.- Areas del proyecto y tipo de riesgo. ....	52
Tabla 16.- Requisitos para la asignacion de chorros de mangueras y de duracion del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidraulicamente.....	60
Tabla 17.- Memoria de cálculo hidráulico según el método Área/Densidad.....	63
Tabla 18.- Resumen de datos. ....	63



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de area de investigacion, centro Comercial Mia Market Juiaca .....	34
Figura 2.- Terreno total del Centro Comercial Mia market .....	34
Figura 3.- Plano de distribucion nivel 1 .....	35
Figura 4.- Plano de distribucion nivel 2.....	35
Figura 5.- Plano de distribucion nivel 3.....	36
Figura 6.- Plano de distribucion nivel 4.....	36
Figura 7.- Plano de distribucion nivel 5.....	37
Figura 8.- Plano de distribucion nivel 6.....	37
Figura 9.- Plano de distribucion nivel 7.....	38
Figura 10.- Plano de distribucion nivel 8.....	38
Figura 11.- Corte transversal.....	39
Figura 12.- Plano de zonificación sótano.....	40
Figura 13.- Plano de zonificación nivel 1 .....	52
Figura 14.- Plano de zonificación nivel 2 .....	42
Figura 15.- Plano de zonificación nivel 3 .....	43
Figura 16.- Plano de zonificación nivel 4 .....	44
Figura 17.- Plano de zonificación nivel 5 .....	45
Figura 18.- Plano de zonificación nivel 6 .....	46
Figura 19.- Plano de zonificación nivel 7 .....	46
Figura 20.- Plano de zonificación nivel 8 .....	48
Figura 21.- Distribución según la NFPA 13.....	54
Figura 22.- Espaciamiento de rociadores .....	54
Figura 23.- Sistema tipo arbol de ivel sótano.....	54
Figura 24.- Curva densidad / área.....	56
Figura 25.- Distribución de rociadores por ramal.....	58
Figura 26.- Zona critica para el diseño hidráulico .....	59



Figura 27.- Sistema contra incendio general .....	63
Figura 28.- Vista vertical del sistema contra incendio .....	63
Figura 29.- Tabla de bombas horizontales de camara partida de marca SEAR serie SKD-190 .....	63
Figura 30.- Datos tecnicos de la bomba .....	63
Figura 31.- Ubicación del tanque cisterna en el sótano .....	63
Figura 32.- Verificacion de la red de tuberia en arbol en tuberia de acero.....	63
Figura 33.- Las areas del centro comercial Mia Market esta distribuida en 8 niveles y 1 sotano .....	63



## RESUMEN

La tesis titulada "Evaluación del Sistema de Protección contra Incendios a Base de Agua para un Centro Comercial en la Ciudad de Juliaca" tiene como objetivo analizar la efectividad del sistema de protección contra incendios instalado en el centro comercial Mia Marquet y determinar su grado de cumplimiento con las normativas nacionales e internacionales, como la Norma A130 del Reglamento Nacional de Edificaciones y la NFPA 13. La investigación busca verificar la capacidad del sistema actual, proponer un diseño optimizado y establecer mejoras basadas en estándares técnicos para incrementar la seguridad y minimizar riesgos de incendios en infraestructuras de alta concurrencia.

La metodología utilizada es de enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y explicativo, y un diseño no experimental y transversal. Se realizaron inspecciones técnicas detalladas del sistema hidráulico existente, incluyendo pruebas de presión, caudal y distribución de rociadores. Se emplearon manómetros, caudalímetros y cronómetros para medir la eficiencia del sistema, mientras que auditorías de cumplimiento normativo permitieron evaluar su conformidad con los estándares de seguridad. También se analizaron planos y documentación técnica del sistema contra incendios para determinar la capacidad del almacenamiento de agua y el diseño de tuberías.

Los resultados revelaron deficiencias en el caudal de agua y la presión del sistema, lo que compromete su capacidad de respuesta ante emergencias. Se identificó una distribución ineficiente de los rociadores y una falta de mantenimiento periódico, lo que aumenta la vulnerabilidad del establecimiento ante incendios. Asimismo, el sistema no cumple con varios parámetros exigidos por la NFPA 13, especialmente en la cobertura de rociadores y el cálculo de almacenamiento de agua. Ante ello, se propuso un diseño optimizado con una red hidráulica mejorada, nuevas bombas contra incendios y un tanque de almacenamiento con mayor capacidad, garantizando un suministro constante de agua.

Las conclusiones destacan la necesidad urgente de mejorar el sistema de protección contra incendios en el centro comercial Mia Marquet mediante la implementación de equipos



adecuados, el cumplimiento riguroso de normativas y la optimización del diseño hidráulico. Se recomienda una inspección técnica periódica, la capacitación del personal en gestión de emergencias y la instalación de un sistema de monitoreo automatizado. Estas acciones permitirán mejorar la seguridad del establecimiento, minimizar riesgos de incendios y garantizar la protección de los ocupantes y bienes materiales.

**Palabras claves:** sistema de agua – diseño hidráulico – sistema de protección contra incendios



## ABSTRACT

The thesis titled "Evaluation of the Water-Based Fire Protection System for a Shopping Center in the City of Juliaca" aims to analyze the effectiveness of the fire protection system installed in the Mia Marquet shopping center\*\* and determine its level of compliance with national and international regulations, such as Norma A130 of the National Building Code and NFPA 13\*\*. The research seeks to verify the capacity of the current system, propose an optimized design, and establish improvements based on technical standards to enhance safety and minimize fire risks in high-traffic infrastructures.

The methodology used follows a quantitative approach, with a descriptive and explanatory level, and a \*\*non-experimental and cross-sectional design. Detailed technical inspections of the existing hydraulic system were carried out, including tests of pressure, flow rate, and sprinkler distribution. Manometers, flow meters, and timers were used to measure the system's efficiency, while regulatory compliance audits assessed its adherence to safety standards. Additionally, technical plans and documentation of the fire protection system were analyzed to determine the water storage capacity and piping design.

The results revealed deficiencies in the water flow and system pressure, compromising its response capacity in emergencies. An \*\*inefficient sprinkler distribution and a \*\*lack of periodic maintenance were identified, increasing the vulnerability of the facility to fires. Moreover, the system does not meet several parameters required by NFPA 13, particularly in sprinkler coverage and water storage calculations. In response, an optimized design was proposed, featuring an improved hydraulic network, new fire pumps, and a larger-capacity storage tank, ensuring a constant water supply.

The conclusions emphasize the \*\*urgent need to improve the fire protection system in the Mia Marquet shopping center through the implementation of appropriate equipment, strict compliance with regulations, and the optimization of hydraulic design. A periodic technical



inspection, staff training in emergency management, and the installation of an automated monitoring system are recommended. These actions will help improve the safety of the facility, minimize fire risks, and ensure the protection of both occupants and material assets.

Keywords: water system – hydraulic design – fire protection system.



## INTRODUCCIÓN

La seguridad contra incendios en infraestructuras de gran concurrencia, como los centros comerciales, es un aspecto crítico para la protección de la vida humana y la preservación de bienes materiales. En la ciudad de Juliaca, que se caracteriza por un crecimiento urbano acelerado y la afluencia constante de visitantes a sus principales centros comerciales, la implementación y evaluación de sistemas de protección contra incendios es una necesidad prioritaria.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo evaluar la efectividad y adecuación del sistema de protección contra incendios a base de agua instalado en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca. Esta investigación busca determinar si los componentes y el diseño del sistema cumplen con las normativas internacionales y locales de seguridad, así como con las mejores prácticas en ingeniería de protección contra incendios.

La importancia de este estudio radica en garantizar la seguridad de los visitantes y trabajadores del centro comercial, además de proteger la infraestructura frente a posibles eventos de incendios. A través de una revisión detallada de la normativa vigente y la aplicación de metodologías de inspección y análisis técnico, se pretende identificar posibles deficiencias y proponer mejoras para optimizar la respuesta del sistema ante emergencias.

La metodología adoptada incluye una evaluación comparativa con los estándares recomendados, inspecciones in situ, y entrevistas con especialistas en seguridad y mantenimiento de sistemas de extinción de incendios. Los resultados de esta investigación contribuirán a fortalecer las medidas de seguridad y servirán de referencia para futuras implementaciones en otros centros de alto tránsito en la región.

Finalmente, esta tesis se estructura en los siguientes capítulos: el primero aborda los conceptos teóricos y el marco normativo de los sistemas de protección contra incendios; el segundo describe la metodología empleada; el tercero presenta los hallazgos obtenidos; y el último capítulo incluye las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados del análisis.



## CAPÍTULO I EL PROBLEMA

### 1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La ciudad de Juliaca, situada en la región altiplánica del Perú, ha experimentado en los últimos años un notable crecimiento urbano y comercial. Este desarrollo ha propiciado la construcción de grandes infraestructuras, como centros comerciales, que atraen a un considerable número de visitantes a diario. Sin embargo, este auge trae consigo desafíos significativos en términos de seguridad, particularmente en lo que respecta a la protección contra incendios.

Los sistemas de protección contra incendios a base de agua, como rociadores automáticos y redes de mangueras, representan uno de los métodos más comunes y eficaces para la mitigación de riesgos asociados a incendios en edificios de gran concurrencia. No obstante, en muchos casos, la implementación de estos sistemas en centros comerciales presenta deficiencias debido a múltiples factores, tales como el diseño inadecuado, el mantenimiento deficiente, o el incumplimiento parcial de las normativas nacionales e internacionales de seguridad.

En Juliaca, la falta de estudios detallados que evalúen la efectividad de los sistemas de protección contra incendios en sus centros comerciales incrementa la vulnerabilidad de estos espacios ante potenciales emergencias. Esta situación es especialmente preocupante si se considera que un incendio en un centro comercial no solo representa un



riesgo para las propiedades, sino también para la seguridad de cientos de personas, incluyendo trabajadores y visitantes.

El problema se agrava por la falta de protocolos rigurosos de inspección y la escasez de personal especializado en la gestión y evaluación de estos sistemas de protección. Estos factores contribuyen a una respuesta subóptima en caso de emergencias y ponen en evidencia la necesidad de un análisis exhaustivo que permita identificar las fallas y mejorar la seguridad general de estas instalaciones.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Interrogante General**

¿Por qué será necesario la evaluación del sistema de protección contra incendios con la normativa nacional e internacional vigente en centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca?

### **1.2.2. Interrogantes específicos**

1. ¿Por qué la verificación del sistema hidráulico nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente?
2. ¿Cuál serán los resultados del cálculo hidráulico del sistema contra incendio y que esta cubrirá la necesidad ante un evento de incendio?
3. ¿Cuál será la estimación en las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional y que nos permitirá garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial?



## 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Justificación técnica

La justificación técnica para la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca radica en la necesidad de garantizar la seguridad estructural y humana mediante un análisis exhaustivo de los componentes y la funcionalidad del sistema. Dada la concurrencia masiva de personas y la diversidad de actividades comerciales, es crucial que estos sistemas cumplan con los estándares técnicos y normativos vigentes, asegurando una respuesta eficaz ante emergencias. Evaluar su diseño, instalación y mantenimiento permite identificar deficiencias, optimizar el rendimiento del sistema y fortalecer la capacidad de respuesta, minimizando riesgos potenciales para la infraestructura y los ocupantes.

### 1.3.2. Justificación económica

La justificación económica para la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia market de la ciudad de Juliaca se basa en la relación costo-beneficio que implica asegurar una protección efectiva ante posibles incendios. Una evaluación adecuada permite identificar mejoras y optimizaciones que, aunque puedan requerir inversiones iniciales, resultan más rentables a largo plazo al prevenir pérdidas significativas de bienes, daños estructurales costosos y posibles indemnizaciones por accidentes. Además, un sistema eficiente de protección incrementa la confianza de los inversores y clientes, contribuyendo al valor y sostenibilidad del negocio al evitar interrupciones operativas y costos asociados a la recuperación post-incendio.

### 1.3.3. Justificación social

La justificación social para la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca radica en la necesidad de salvaguardar la seguridad y el bienestar de la comunidad que frecuenta estos espacios. Dado el alto flujo de visitantes y trabajadores, contar con un sistema de



protección eficiente es vital para prevenir tragedias que puedan resultar en pérdidas humanas y traumas colectivos. Además, un entorno seguro fomenta la confianza pública y mejora la percepción de seguridad en la zona, lo que fortalece el tejido social al garantizar que los espacios de encuentro y actividad económica sean lugares protegidos y preparados para responder ante emergencias.

#### **1.3.4. Justificación ambiental**

La justificación ambiental para la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca se centra en la necesidad de mitigar los impactos negativos que un incendio podría tener sobre el entorno. Un incendio descontrolado no solo implica la liberación de grandes cantidades de gases tóxicos y partículas contaminantes al aire, sino que también puede provocar la contaminación del suelo y cuerpos de agua cercanos por productos químicos y residuos. Evaluar y optimizar el sistema de protección contribuye a prevenir estos daños ambientales, garantizando una respuesta rápida y eficiente que minimice la propagación del fuego y la consecuente afectación al medio ambiente, promoviendo así un desarrollo más sostenible y responsable.

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar del sistema de protección contra incendios a base de agua para el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. verificar el sistema hidráulico que nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente.



2. Revisar el cálculo hidráulico del sistema contra incendio para que esta cubrirá la necesidad ante un evento de incendio en el centro comercial
3. Comparar las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional para garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial.

## 1.5. HIPÓTESIS

### 1.5.1. Hipótesis general

El sistema de protección contra incendios a base de agua implementado en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca no cumple de manera óptima con las normativas y estándares de seguridad vigentes, presentando deficiencias en su diseño, instalación o mantenimiento

### 1.5.2. Hipótesis específicas

1. Una verificación en el sistema hidráulico nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente
2. El cálculo hidráulico del sistema contra incendio será el adecuado para cubrir la necesidad de agua ante un evento de incendio en todo el centro comercial
3. La estimación en las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional, nos permitirá garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial

## 1.6. VARIABLES E INDICADORES

- Variable independiente: sistema de protección contra incendios a base de agua (características, diseño, instalación y mantenimiento).

- Variable dependiente: efectividad del sistema en la prevención y respuesta ante incendios (medida en términos de cumplimiento de normativas, tiempo de respuesta y nivel de protección proporcionado).

## 1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

*Operacionalización de variable*

VARIABLE	DIMENSIÓN	ÍNDICE	INDICADOR
Sistema de protección contra incendios a base de agua (Variable independiente)	Diseño del sistema	Conformidad con normativas internacionales y locales	Porcentaje de cumplimiento de normas NFPA y regulaciones locales - Presencia de sistemas complementarios (como válvulas de control y sensores)
		Capacidad de cobertura	Alcance de los rociadores en metros cuadrados - Densidad de descarga de agua (litros/min/m <sup>2</sup> )
	Instalación del sistema	Calidad de los componentes instalados	Certificación de materiales (válvulas, tuberías, etc.) - Condiciones de las conexiones y puntos de instalación
		Correcta ubicación de los dispositivos	Distancia entre rociadores - Ubicación estratégica de las estaciones de manguera
	Mantenimiento del sistema	Frecuencia de inspecciones y pruebas	Número de revisiones técnicas realizadas al año - Registros de pruebas de presión y funcionamiento
		Condición operativa del sistema	Tiempo de respuesta del sistema desde la activación - Estado de operatividad (funcionamiento óptimo o defectuoso)



Efectividad del sistema de protección contra incendios (Variable dependiente)	Respuesta ante emergencias	Tiempo de activación del sistema	Tiempo (en segundos) desde la detección del incendio hasta la activación - Rapidez de respuesta para extinguir un fuego simulado
	Cumplimiento normativo	Alineación con estándares de seguridad	Evaluación de cumplimiento en auditorías de seguridad - Recomendaciones y observaciones de inspectores externos

VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

A BASE DE AGUA

Dimensión 1: Diseño del sistema

Índice 1.1: Conformidad con normativas internacionales y locales.

Indicador 1.1.1: Porcentaje de cumplimiento de normas NFPA y regulaciones locales.

Indicador 1.1.2: Presencia de sistemas complementarios (como válvulas de control y sensores).

Índice 1.2: Capacidad de cobertura.

Indicador 1.2.1: Alcance de los rociadores en metros cuadrados.

Indicador 1.2.2: Densidad de descarga de agua (litros/min/m²).

Dimensión 2: Instalación del sistema

Índice 2.1: Calidad de los componentes instalados.

Indicador 2.1.1: Certificación de materiales (válvulas, tuberías, etc.).

Indicador 2.1.2: Condiciones de las conexiones y puntos de instalación.

Índice 2.2: Correcta ubicación de los dispositivos.

Indicador 2.2.1: Distancia entre rociadores.

Indicador 2.2.2: Ubicación estratégica de las estaciones de manguera.

Dimensión 3: Mantenimiento del sistema



Índice 3.1: Frecuencia de inspecciones y pruebas.

Indicador 3.1.1: Número de revisiones técnicas realizadas al año.

Indicador 3.1.2: Registros de pruebas de presión y funcionamiento.

Índice 3.2: Condición operativa del sistema.

Indicador 3.2.1: Tiempo de respuesta del sistema desde la activación.

Indicador 3.2.2: Estado de operatividad (funcionamiento óptimo o defectuoso).

VARIABLE DEPENDIENTE: EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN

## CONTRA INCENDIOS

Dimensión 1: Respuesta ante emergencias

Índice 1.1: Tiempo de activación del sistema.

Indicador 1.1.1: Tiempo (en segundos) desde la detección del incendio hasta la activación.

Indicador 1.1.2: Rapidez de respuesta para extinguir un fuego simulado.

Índice 1.2: Control y extinción del incendio.

Indicador 1.2.1: Porcentaje de cobertura efectiva en el área afectada.

Indicador 1.2.2: Nivel de contención de propagación del fuego.

Dimensión 2: Cumplimiento normativo

Índice 2.1: Alineación con estándares de seguridad.

Indicador 2.1.1: Evaluación de cumplimiento en auditorías de seguridad.

Indicador 2.1.2: Recomendaciones y observaciones de inspectores externos.

Índice 2.2: Seguridad del personal y usuarios.



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Para Molano & Rodriguez, (2017) describe que se enfocó en la creación de un sistema integral de protección contra incendios para una institución académica de alta concurrencia, considerando tanto la normativa local como estándares internacionales de seguridad. El objetivo general del proyecto fue diseñar un sistema que asegurara la protección efectiva de la infraestructura y sus ocupantes frente a posibles eventos de incendio. Para alcanzar este propósito, se establecieron varios objetivos específicos. Primero, se llevó a cabo un diagnóstico detallado del estado actual de la red de gabinetes contra incendios de la Facultad Tecnológica. Este diagnóstico permitió identificar deficiencias y áreas de mejora en el sistema existente. En segundo lugar, se realizó una identificación de las zonas de la facultad que presentaban un mayor riesgo de incendio y, por lo tanto, requerían la instalación de una red de rociadores automáticos, basándose en una evaluación detallada de los riesgos y la ocupación. El proyecto también implicó la ejecución de cálculos hidráulicos y de baterías para asegurar que el diseño propuesto cumpliera con los requisitos de presión y caudal necesarios para la operatividad eficiente del sistema. Además, se diseñó una red de conexiones eléctricas específica para el sistema de detección de incendios, que incluyó la instalación de sistemas de alarma y



avisos de emergencia destinados a facilitar una evacuación rápida y ordenada en caso de incendio.

El estudio concluyó que la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital no contaba con una red contra incendios adecuada, ya que la red de gabinetes existente no era operativa las 24 horas y carecía de un flujo constante de agua en las tuberías. Además, se señaló que los sistemas contra incendios instalados debían cumplir con las normativas legales vigentes en Colombia para evitar posibles sanciones y otros procedimientos legales. Se identificó que las bombas hidráulicas en el cuarto de máquinas no eran aptas para abastecer correctamente el sistema contra incendios. (Molano Pinzón & Rodríguez Leguizamón, 2017)

Para Anchundia & Ocaña (2021) determinó que la planta envasadora de GLP requería un sistema contra incendios adecuado debido al aumento en la capacidad de almacenamiento y el deterioro del sistema actual por los años de servicio. Se concluyó que el diseño debía alinearse con las normativas de la NFPA y locales para asegurar una cobertura efectiva en caso de incendios. El estudio analizó diferentes métodos de extinción y concluyó que el sistema de diluvio de agua era el más adecuado para el tipo de riesgo presentado por los materiales inflamables de la planta. Se destacó que contar con un generador exclusivo para el sistema contra incendios permitió reducir costos al utilizar motores eléctricos en lugar de motores diésel, lo cual fue más económico y adecuado para las condiciones de la planta. El diseño consideró la instalación de rociadores y mangueras para garantizar un suministro continuo y adecuado de agua en caso de emergencia, con un análisis exhaustivo de la red hidráulica para minimizar pérdidas por fricción.



## 2.1.2. Antecedentes nacionales

La tesis de Mendoza Bruno (2014) presenta un diseño detallado y calculado de un sistema de protección contra incendios enfocado en un patio de tanques de almacenamiento de diésel en la Unidad Minera Toquepala, operada por Southern Peru Cooper Corporation. Debido a la ampliación de la capacidad de almacenamiento con la construcción de dos nuevos tanques de 200,000 galones, la investigación aborda la necesidad de implementar un sistema de protección que garantice un nivel razonable de seguridad para las instalaciones y sus ocupantes. El diseño propuesto busca cumplir con las normativas de seguridad nacionales e internacionales, incluyendo el Decreto Supremo DS 052-93-EM y las normas de la NFPA, estableciendo un sistema de protección robusto y efectivo para mitigar riesgos en caso de incendios.

La investigación utiliza un enfoque de ingeniería aplicada, que abarca el cálculo hidráulico para cada componente del sistema, el cual incluye un sistema de enfriamiento por aspersores, un sistema de espuma para supresión de incendios y un sistema de bombeo. Se calculan factores como la presión, el caudal y las dimensiones de tuberías necesarias para asegurar una respuesta rápida y eficiente ante un incendio. El sistema de enfriamiento, implementado a través de toroides de aspersores ubicados en la parte superior de los tanques, tiene como objetivo reducir la radiación térmica que podría afectar a los tanques adyacentes en caso de incendio. Para el sistema de agua-espuma, se selecciona una espuma de baja expansión tipo AFFF (película acuosa formadora de espuma), adecuada para la extinción de incendios de clase II, como el diésel.

El trabajo también contempla una selección cuidadosa de materiales y equipos que cumplen con los estándares de calidad y resistencia requeridos en un ambiente minero de alto riesgo. Los cálculos incluyen la pérdida por fricción en tuberías y la presión de operación para garantizar que el sistema pueda operar de forma continua y segura.



Además, se propone una red de gabinetes de clase III para el acceso manual de los bomberos en caso de incendio. La tesis concluye que el sistema diseñado no solo cumple con los requisitos de seguridad, sino que también proporciona una estructura modular y escalable que puede adaptarse a futuras ampliaciones de almacenamiento en la planta.

Franciosi y Vidarte (2020) desarrollaron una investigación que buscaba proponer una guía para la elaboración de la memoria de cálculo de sistemas de agua contra incendio, fundamentada en las normativas nacionales e internacionales, como la NFPA. La investigación planteó que las organizaciones, para competir en un entorno globalizado, deben cumplir con estándares de sostenibilidad en el ámbito económico y social, incluyendo la prevención de pérdidas debido a accidentes como incendios. El estudio utilizó un enfoque aplicado y descriptivo, y empleó el análisis documental de fuentes primarias, como artículos científicos y normativas vigentes, para construir una guía clara y ordenada aplicable a distintas instalaciones y niveles de riesgo.

La propuesta incluyó un procedimiento estandarizado para el cálculo de caudales de diseño, partiendo de la identificación del nivel de riesgo de la instalación y la correcta dimensión del equipo de bombeo según la zona de riesgo. La guía abarcó desde la clasificación del riesgo, el cálculo de caudal para los sistemas de rociadores y mangueras, hasta los requisitos de presión y capacidad de almacenamiento de agua en la cisterna. Además, se consideraron detalles técnicos en la selección de rociadores, la disposición de tuberías y accesorios, y los procedimientos para la verificación de pérdidas de presión en la red hidráulica. Los autores concluyeron que esta guía facilita la comprensión y cumplimiento de las normativas en diseño de sistemas contra incendios, beneficiando a las organizaciones en su capacidad de respuesta ante emergencias.

Paytan Huamani (2019) desarrolló un diseño de sistema de protección contra incendios con rociadores automáticos para la empresa Tarrillo Barba S.A., ubicada en Lima, Perú. La investigación surgió de la necesidad de adecuar las instalaciones de la



empresa a las normativas de seguridad vigentes, protegiendo tanto al personal como a los activos materiales ante posibles incendios. La empresa, dedicada a la importación y distribución de productos dentales, había ampliado y remodelado su almacén, generando áreas de riesgo que necesitaban una cobertura completa de protección contra incendios, especialmente en la zona administrativa y en las áreas de almacenamiento de productos inflamables.

Para el diseño, Paytan utilizó un enfoque técnico y normativo basado en las directrices de la NFPA, evaluando el tipo de riesgo por ocupación y aplicando cálculos hidráulicos para dimensionar adecuadamente los rociadores, la bomba contra incendios y el sistema de almacenamiento de agua en cisternas. En sus cálculos, tomó en cuenta factores como el caudal, la presión, y la cobertura de cada rociador, asegurando que el sistema fuera capaz de responder eficazmente en áreas específicas con diferentes niveles de riesgo. La investigación concluyó que el sistema propuesto no solo cumplía con los requisitos de seguridad nacionales e internacionales, sino que también optimizaba la capacidad de respuesta y protección integral en la empresa.

### **2.1.3. Antecedentes locales y regionales**

La investigación titulada "Diseño de un Sistema Automatizado SCADA Aplicado a la Seguridad del Sistema Contra Incendios de la Empresa Electro Puno S.A.A" se centró en desarrollar una solución de protección contra incendios en las oficinas de Electro Puno en Juliaca. El trabajo abordó la necesidad de implementar un sistema automatizado de respuesta ante incendios en espacios de alto riesgo y alta concurrencia, que permita una intervención rápida y precisa, utilizando tecnologías SCADA y PLC para supervisión, control y comunicación entre sensores y actuadores. Este diseño fue justificado por la creciente demanda de sistemas que garanticen la seguridad de las instalaciones y de las personas.



Para llevar a cabo este diseño, se emplearon metodologías tecnológicas y de simulación, que incluyeron la programación de PLC y la integración con sistemas de control como RSView32 de Rockwell Automation, una solución de software que permitió realizar pruebas de concepto y simular la funcionalidad del sistema en un ambiente controlado. Los resultados de esta investigación proporcionaron un marco metodológico que podría ser aplicado en otras instalaciones industriales de características similares, y contribuyeron con un procedimiento práctico y detallado para la implementación de sistemas de protección contra incendios basados en tecnología SCADA.

La tesis titulada "Evaluación de Riesgos de la Infraestructura de la Universidad Alas Peruanas Filial Juliaca con Fines de Acreditación" analizó el cumplimiento de las normativas de seguridad en las instalaciones de dicha universidad, ubicadas en Juliaca. A través de una evaluación integral, se revisaron las condiciones de seguridad estructurales, no estructurales y funcionales del edificio, con el propósito de prevenir y reducir riesgos relacionados con fenómenos naturales o incidentes provocados por acciones humanas. Este enfoque buscó garantizar la protección de estudiantes, docentes, personal administrativo, visitantes y la conservación del patrimonio universitario. Además, el estudio evaluó la adecuación de las instalaciones a los estándares exigidos para acreditación, identificando áreas de mejora en la seguridad de la infraestructura y proponiendo medidas para mitigar posibles riesgos.

La metodología incluyó una observación sistemática de la infraestructura, aplicando técnicas de inspección visual y la recopilación de datos sobre parámetros clave de seguridad. La investigación fue de naturaleza descriptiva, detallando el estado de seguridad de la universidad en diferentes aspectos, y concluyó con recomendaciones orientadas a optimizar el cumplimiento normativo y mejorar las condiciones de seguridad para la comunidad universitaria.



Churata Huallpachoque, R. (2024) menciona que la investigación desarrolla el diseño de un sistema de protección contra incendios para el comedor universitario de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando las normativas de la NFPA. Se evaluaron los ambientes del comedor para determinar su riesgo de ocupación, clasificándolos en tres niveles: leve, ordinario grupo I y II. El diseño se basó en un sistema húmedo con tuberías de acero negro al carbono, configuradas en forma de árbol. Se realizaron cálculos hidráulicos para las áreas críticas: Almacén II, Sala de comensales I y Unidad de servicio social, logrando resultados óptimos en caudales y presiones. La bomba principal seleccionada tiene un motor eléctrico de 80 hp, complementada por una bomba jockey para mantener la presión. Además, se diseñó un tanque de almacenamiento de 60 m<sup>3</sup> para una hora de operación. Finalmente, se elaboraron planos de distribución de la red y configuraciones del cuarto de bombas, demostrando la factibilidad y eficacia del sistema.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Sistemas de Protección contra Incendios

Los sistemas de protección contra incendios son esenciales en infraestructuras de gran concurrencia para la seguridad de personas y protección de bienes. Estos sistemas incluyen dispositivos y mecanismos diseñados para detectar, controlar y extinguir incendios en sus primeras etapas, minimizando riesgos. Existen diversos tipos de sistemas de protección, como los sistemas de rociadores automáticos, hidrantes y extintores, todos regulados por normativas internacionales, como la NFPA (National Fire Protection Association).

### 2.2.2. Fundamentos Teóricos para un sistema contra incendio

#### Química básica del fuego

Algo muy importante para la vida es el fuego, considerada como una fuerza útil al emitir energía calorífica como lumínica, sin embargo, si no es controlada puede ser perjudicial de manera destructiva, debido a que puede convertir todo a cenizas. El ser



humano al ver la posibilidad que podría utilizar fenómenos químicos en su beneficio, inicio al momento del descubrimiento del fuego, siempre y cuando pueda producirlo o mantenerlo.

Combustión: Se considera una reacción química de oxidación (perdida de electrones) por lo que emite calor y luz. Es un proceso que desprende energía por lo que se le considera exotérmico. Una reacción química que presenta un comburente y un combustible en presencia de una fuente de ignición.

### **2.2.3. Protección contra Incendios a Base de Agua**

El agua es uno de los agentes extintores más comunes debido a su disponibilidad, efectividad y bajo costo. Los sistemas a base de agua emplean una red de rociadores conectados a un suministro constante, capaz de rociar agua en áreas específicas al detectar un incremento en la temperatura. Estos sistemas pueden clasificarse en:

Sistemas de rociadores húmedos: Tienen agua en las tuberías de forma constante y se activan con el calor del fuego.

Sistemas de rociadores secos: Utilizados en ambientes fríos, contienen aire o gas que se libera al detectar un incendio, permitiendo el flujo de agua.

Sistemas de diluvio: Actúan al abrir todas las salidas simultáneamente, ideales para áreas de alto riesgo.

### **2.2.4. Normativas y Regulaciones en Protección contra Incendios**

En el ámbito de la ingeniería civil y seguridad, las normativas de la NFPA (NFPA 13, 14 y 20) definen los parámetros para la instalación y operación de sistemas de rociadores, bombas y redes de agua contra incendios. Además, en el contexto peruano, la Norma A130 regula los requisitos para edificaciones comerciales, exigiendo la instalación de sistemas contra incendios en áreas mayores a 1,000 m<sup>2</sup> por piso, con obligatoriedad de sistemas de rociadores y extintores.

### **2.2.5. Elementos Críticos de los Sistemas de Rociadores**

**Diseño y Componentes:** El diseño de un sistema de rociadores debe alinearse con la evaluación de riesgos del espacio y las características de los ocupantes. Incluye aspectos como el tipo de rociador, la cobertura y el espaciamiento.

**Capacidad y Presión:** Para garantizar un suministro adecuado de agua, los sistemas deben cumplir con los caudales y presiones especificados por la NFPA, empleando bombas y cisternas dimensionadas para escenarios de emergencia.

**Mantenimiento y Operatividad:** La eficacia del sistema depende de su mantenimiento regular, incluyendo pruebas de presión y verificaciones de operatividad, como establece la NFPA y la normativa local.

#### **5. Riesgo y Clasificación de Áreas en Centros Comerciales**

Cada área dentro de un centro comercial puede presentar diferentes niveles de riesgo, lo cual impacta en el tipo de sistema de protección requerido. Por ejemplo, áreas como cocinas o almacenes presentan riesgos mayores y necesitan sistemas de rociadores y gabinetes contra incendios. El Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica estos riesgos, permitiendo identificar y asignar los sistemas más apropiados según la actividad y la estructura del espacio.

### **2.2.6. Importancia de la Protección contra Incendios en Infraestructuras de Concurrencia Pública**

La protección contra incendios es fundamental en infraestructuras de gran concurrencia, como centros comerciales, debido a los riesgos que representan estos espacios para la seguridad de los ocupantes y los bienes materiales. Estos sistemas permiten la detección y control de incendios, ofreciendo una respuesta rápida ante emergencias y minimizando las posibles consecuencias fatales.



## 1.2. Objetivos de los Sistemas de Protección contra Incendios

Los sistemas de protección contra incendios buscan:

Detectar incendios en sus etapas iniciales.

Controlar y extinguir incendios en áreas específicas para evitar la propagación.

Salvaguardar la vida humana y minimizar pérdidas materiales.

### **2.2.7. Componentes de los Sistemas de Protección contra Incendios**

#### 2.1. Sistemas de Detección de Incendios

Los sistemas de detección incluyen alarmas y sensores que identifican un incendio en su fase temprana. Estos sistemas pueden ser automáticos o manuales y están diseñados para alertar de forma inmediata a los ocupantes y al equipo de respuesta.

#### 2.2. Sistemas de Extinción a Base de Agua

Rociadores Automáticos: Detectan incrementos de temperatura y descargan agua en el área afectada.

Hidrantes y Gabinetes contra Incendios: Proporcionan acceso a agua para la extinción manual o por equipos de emergencia.

Sistemas de Diluvio: Activan la descarga simultánea de agua en todas las boquillas, ideal para áreas de riesgo elevado.

#### 2.3. Sistemas de Control de Humo y Ventilación

Los sistemas de control de humo ayudan a mantener los pasillos y salidas despejados, facilitando la evacuación. Incluyen ventiladores de extracción, cortinas de humo y sistemas de presurización en escaleras.



## 2.2.8. Clasificación de los Sistemas de Rociadores y sus Aplicaciones

### 3.1. Sistema de Rociadores Húmedos

Este sistema mantiene agua en las tuberías y se activa con el calor, permitiendo una respuesta inmediata. Es ideal para áreas con bajo riesgo de congelación.

### 3.2. Sistema de Rociadores Secos

Contiene aire o gas en las tuberías y es apropiado para ambientes fríos donde el agua podría congelarse. El agua fluye al activarse el sistema, con un ligero retraso.

### 3.3. Sistema de Rociadores de Diluvio

En este sistema, las boquillas están abiertas y el agua se descarga en todas simultáneamente al detectar un incendio. Es adecuado para áreas de alto riesgo.

## 2.2.9. Normativas y Estándares para Sistemas de Protección contra Incendios

### 4.1. Normativas Internacionales (NFPA)

La NFPA establece normas reconocidas mundialmente para el diseño y operación de sistemas contra incendios:

NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores.

NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras.

NFPA 20: Norma para bombas estacionarias de protección contra incendios.

### 4.2. Normativas Nacionales en Perú

En Perú, la Norma A130 del Reglamento Nacional de Edificaciones establece que centros comerciales con más de 1,000 m<sup>2</sup> deben contar con sistemas de rociadores, hidrantes y señalización adecuada. Estas regulaciones se alinean con los estándares internacionales y buscan asegurar la protección efectiva en edificaciones de gran tamaño.



## 2.2.10. Diseño y Dimensionamiento de Sistemas de Rociadores

### 5.1. Clasificación de Riesgo y Determinación de Áreas de Cobertura

El diseño del sistema de rociadores depende de la clasificación de riesgo del área a proteger. Las zonas de riesgo ligero (oficinas) y de riesgo ordinario (almacenes, áreas de cocina) requieren distintos niveles de cobertura y tipo de sistema según el uso.

### 5.2. Cálculo de Caudal y Presión de los Rociadores

Para dimensionar el sistema, se utilizan cálculos hidráulicos que aseguren el caudal y presión suficientes para cubrir el área protegida. El cálculo depende de factores como el espaciamiento entre rociadores y la densidad de descarga de agua.

### 5.3. Selección de Bombas y Cisterna de Almacenamiento

La capacidad de la bomba y el tanque de agua debe cubrir la demanda del sistema durante al menos 60 minutos, como estipulan la NFPA y la normativa nacional. Esto incluye seleccionar bombas y tuberías que permitan una respuesta eficiente y constante.

## 2.2.11. Mantenimiento y Verificación de Sistemas de Protección contra Incendios

### 6.1. Frecuencia y Tipos de Mantenimiento

Un mantenimiento adecuado asegura la funcionalidad y durabilidad del sistema. Se recomienda realizar inspecciones periódicas de los componentes, pruebas de presión y verificar las conexiones.

### 6.2. Pruebas de Operatividad y Auditorías de Cumplimiento

Las auditorías periódicas garantizan que el sistema cumpla con las normativas de seguridad vigentes. Estas pruebas incluyen simulaciones de incendio para evaluar la rapidez de respuesta y efectividad del sistema.



## **2.2.12. Evaluación de la Eficiencia del Sistema de Protección contra Incendios**

### **7.1. Evaluación de la Capacidad de Respuesta Ante Emergencias**

La eficiencia de un sistema de protección contra incendios se mide en términos de su tiempo de activación y su capacidad para controlar o extinguir el incendio. La normativa internacional y nacional especifica el tiempo máximo de respuesta.

### **7.2. Medición del Cumplimiento Normativo**

La verificación de que el sistema cumple con estándares nacionales e internacionales es crucial para evitar sanciones y mejorar la seguridad del establecimiento. Los parámetros de cumplimiento incluyen la cobertura de los rociadores, tiempo de activación y presión adecuada.

## **2.2.13. Introducción a los Sistemas de Alarma contra Incendios**

Los sistemas de alarma contra incendios son esenciales para la seguridad de los ocupantes de edificios y la protección de bienes materiales. Estos sistemas están diseñados para detectar condiciones de incendio y alertar a las personas para que evacúen o actúen adecuadamente en función del tipo de instalación. Según Hernández y Villalobos, las alarmas contra incendio no solo salvan vidas, sino que también cumplen estrictos estándares técnicos y normativos, especialmente en entornos comerciales e institucionales donde el riesgo es mayor.

## **2.2.14. Normatividad y Especificaciones Técnicas**

La normativa publicada por la National Fire Protection Association (NFPA) establece los lineamientos para la instalación, operación, mantenimiento y pruebas de los sistemas de alarma contra incendios. El National Fire Alarm Code (NFPA 72) detalla estos estándares, permitiendo una implementación efectiva y segura tanto en ambientes residenciales como comerciales.



## 2.2.15. Mantenimiento de Sistemas de Alarma

El mantenimiento adecuado de los sistemas de alarma contra incendios es fundamental para garantizar su funcionalidad y efectividad. Este mantenimiento incluye inspecciones periódicas, pruebas funcionales y el reemplazo de componentes cuando sea necesario. En los sistemas residenciales, los propietarios tienen la responsabilidad de realizar revisiones según las recomendaciones del fabricante. Por otro lado, los sistemas comerciales requieren un mantenimiento más riguroso debido a su complejidad y al mayor número de ocupantes protegidos.

## 2.2.16. Componentes Clave y Recomendaciones de Mantenimiento

El mantenimiento de los sistemas involucra la revisión de diversos componentes esenciales:

**Fuentes de Energía:** Las baterías y fuentes secundarias deben ser evaluadas bajo condiciones de carga total para verificar su funcionalidad en caso de fallo de la fuente primaria.

**Detectores de Humo y Calor:** Estos dispositivos deben ser probados con métodos específicos como aerosoles o fuentes de calor, asegurando que el tiempo de respuesta cumpla con los límites establecidos.

**Señales Audiovisuales:** Las alarmas sonoras y visuales deben ser verificadas para garantizar que sean suficientemente efectivas para la evacuación.

**Protección contra Sobrecargas:** Es necesario comprobar que los sistemas puedan resistir picos de energía sin comprometer su operatividad.

**Estaciones Manuales y Sensores de Flujo:** La operatividad de estos dispositivos debe evaluarse mediante simulaciones que repliquen condiciones reales de emergencia.

**Importancia de un Programa de Inspección y Mantenimiento**



La implementación de un programa estructurado de inspección y mantenimiento previene fallas y optimiza la funcionalidad del sistema. Este enfoque permite detectar áreas que requieran mejoras o actualizaciones, alineándose con las innovaciones del fabricante y manteniendo el sistema vigente frente a nuevas normativas.

## 2.2.17. Retos en la Operación de los Sistemas de Alarma

Uno de los principales desafíos operativos es la gestión de falsas alarmas, las cuales pueden generar evacuaciones innecesarias y pérdidas económicas. La adecuada calibración y supervisión de los sistemas minimiza este tipo de eventos, fortaleciendo su confiabilidad.

### Fundamentos Normativos

El diseño de una RCI se sustenta en normas como:

NSR-10 (Norma Técnica Colombiana): Regula la construcción sismo resistente, abarcando también los sistemas contra incendio para edificaciones según su grupo y subgrupo de ocupación.

NFPA 13: Define estándares para sistemas de rociadores automáticos, determinando parámetros como presión, caudal y distribución de los rociadores según el nivel de riesgo de las edificaciones.

NTC 1669: Establece requisitos específicos para tomas fijas, mangueras de extinción y válvulas.

### Clasificación de Edificaciones

El uso y características de cada edificación determinan los requisitos de la red contra incendios. La NSR-10 clasifica los edificios en grupos como residenciales (R), comerciales (C) y lugares de reunión (L). Estas clasificaciones definen parámetros como la necesidad de:



Rociadores automáticos: Obligatorios en edificios con más de 9 metros de altura o áreas superiores a 100 m<sup>2</sup>.

Tomas fijas y extintores portátiles: Requeridos en todas las edificaciones, según especificaciones técnicas.

### Componentes Principales de una RCI

Los sistemas de RCI incluyen diversos componentes, cuyo diseño y ubicación dependen de la estructura y funcionalidad del edificio:

Rociadores Automáticos: Diseñados para cubrir áreas específicas según el nivel de riesgo (ligero, ordinario o extra), considerando factores como el radio de descarga y la densidad del agua.

Tomas Fijas para Bomberos: Ubicadas estratégicamente en escaleras presurizadas y accesos principales.

Tanque de Almacenamiento: Dimensiones calculadas en función del caudal requerido y el tiempo de respuesta del cuerpo de bomberos.

### Métodos de Diseño y Modelación

El diseño de una RCI se basa en la determinación de rutas críticas y secundarias que optimicen la distribución del agua. Las ecuaciones de Hazen-Williams y Bernoulli son herramientas clave para calcular pérdidas de energía y presiones. Además, el uso de software como EPANET permite modelar y verificar el comportamiento de la red en situaciones de emergencia.

### Importancia del Mantenimiento y Replanteo

El mantenimiento periódico asegura la funcionalidad de la red, mientras que el replanteo, basado en simulaciones y análisis, optimiza el diseño para cumplir con las exigencias normativas y minimizar riesgos.



## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

Sistema de Protección contra Incendios

Conjunto de equipos y procedimientos destinados a detectar, controlar y extinguir incendios para proteger la vida humana y reducir daños materiales.

Rociador Automático

Dispositivo que libera agua automáticamente en caso de incendio al alcanzar una cierta temperatura, cubriendo un área específica para controlar o extinguir el fuego.

Hidrante

Equipo conectado a la red de agua que permite suministrar agua a mangueras en situaciones de emergencia, generalmente instalado en espacios exteriores de edificios.

Gabinete contra Incendios

Compartimento que contiene mangueras, válvulas y otros equipos, utilizado por los bomberos o personal capacitado para extinguir incendios en interiores.

Sistema de Detección de Incendios

Conjunto de sensores, alarmas y paneles que identifican indicios de fuego, como humo o calor, y emiten una alerta para facilitar una evacuación oportuna.

Bomba contra Incendios

Dispositivo mecánico que incrementa la presión y el caudal del agua en el sistema de protección, garantizando un suministro adecuado durante una emergencia.



## Cisterna de Almacenamiento de Agua

Depósito subterráneo o superficial que almacena agua para ser utilizada por el sistema de protección contra incendios, asegurando una reserva durante eventos prolongados.

## Norma NFPA 13

Estándar de la National Fire Protection Association (NFPA) que regula la instalación de sistemas de rociadores automáticos en edificaciones.

## Caudal de Diseño

Cantidad de agua (medida en galones o litros por minuto) necesaria para cubrir un área en caso de incendio, determinado a partir del tipo de riesgo y los cálculos hidráulicos del sistema.

## Presión de Operación

Fuerza con la que el agua debe circular por las tuberías del sistema de rociadores para asegurar una distribución efectiva sobre el área afectada.

## Clasificación de Riesgo

Categorización de las áreas dentro de un edificio según el nivel de exposición al riesgo de incendio, lo que determina los requisitos de protección necesarios (riesgo ligero, ordinario o especial).

## Mantenimiento Preventivo

Conjunto de actividades periódicas que buscan garantizar el funcionamiento óptimo de los sistemas de protección contra incendios, incluyendo inspecciones, pruebas y reparaciones.



## Tiempo de Activación

Intervalo desde la detección de un incendio hasta la activación del sistema de protección, un factor crítico en la eficiencia del sistema para minimizar daños.

## Cumplimiento Normativo

Grado de alineación de los sistemas de protección contra incendios con los estándares y leyes locales e internacionales aplicables, esencial para la seguridad y evitar sanciones.

## Evacuación de Emergencia

Proceso ordenado de desalojo de los ocupantes de una edificación durante una situación de riesgo, facilitado por la señalización y el equipo de protección contra incendios.



## CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1. Enfoque cuantitativo

El enfoque cuantitativo en esta investigación busca obtener datos medibles y precisos sobre el funcionamiento y efectividad del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca. Este enfoque permite evaluar de manera objetiva y estadísticamente significativa si el sistema cumple con las normativas de seguridad vigentes y si es capaz de responder adecuadamente ante situaciones de emergencia.

#### 1. Objetivos del Enfoque Cuantitativo

Medir la eficiencia del sistema de protección contra incendios en términos de tiempo de activación, presión de agua y caudal de los rociadores.

Cuantificar el cumplimiento normativo mediante el porcentaje de conformidad con los estándares de la NFPA y las regulaciones nacionales.

Identificar áreas críticas de mejora a través del análisis de datos obtenidos en pruebas y simulaciones, como tiempo de respuesta y cobertura de agua en las áreas de riesgo.



## 2. Variables de Estudio

Variable independiente: Sistema de protección contra incendios (características técnicas, diseño, instalación, mantenimiento).

Variable dependiente: Efectividad en la prevención y respuesta ante incendios (tiempo de activación, nivel de presión, caudal, cumplimiento normativo).

## 3. Técnicas de Recolección de Datos

Pruebas de Activación del Sistema: Simulaciones de incendio para medir el tiempo de respuesta del sistema, desde la detección hasta la activación completa.

Medición de Caudal y Presión: Utilizando manómetros y caudalímetros en puntos estratégicos del sistema para verificar si el flujo de agua cumple con los requisitos para controlar el fuego.

Encuestas y Registros de Inspección: Documentación de las inspecciones y mantenimiento preventivo realizados, recopilando datos sobre la frecuencia y efectividad de las intervenciones técnicas.

Auditorías de Cumplimiento Normativo: Evaluación técnica y documental para verificar el nivel de alineación del sistema con la normativa NFPA y regulaciones nacionales.

## 4. Instrumentos de Medición

Cronómetros para medir el tiempo de activación.

Manómetros y caudalímetros para evaluar la presión y el caudal de agua en diferentes puntos del sistema.

Listas de verificación de cumplimiento normativo, basadas en la normativa NFPA y la Norma A130.

## 5. Análisis de Datos

Análisis Descriptivo: Determina los valores promedio, máximos y mínimos de las variables como tiempo de activación, caudal, y presión del agua.



Pruebas de Hipótesis: Contrastar si el sistema cumple con los niveles mínimos de respuesta y presión establecidos en la normativa.

Índice de Cumplimiento Normativo: Cálculo del porcentaje de conformidad del sistema con las normativas nacionales e internacionales, identificando áreas que necesitan optimización.

### **3.1.2. Nivel**

La investigación descriptiva permite realizar un análisis detallado de las características y el estado actual del sistema de protección contra incendios en el centro comercial. Este nivel de investigación se enfoca en describir los elementos técnicos, la funcionalidad de los componentes del sistema, y el grado de cumplimiento con las normativas de seguridad vigentes.

Objetivo del Nivel Descriptivo: Caracterizar el sistema de protección contra incendios a través de mediciones específicas de variables como tiempo de activación, presión, caudal y cumplimiento normativo. Se busca describir cómo está diseñado e instalado el sistema, cuáles son sus características operativas y cómo responde ante simulaciones de incendio.

Ejemplo: Identificar el tipo de rociadores utilizados, la configuración del sistema de tuberías, la capacidad de las bombas y cisternas, y la frecuencia del mantenimiento preventivo.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. Población**

Sistemas contra incendios centros comerciales de la ciudad de Juliaca

### **3.2.2. Muestra**

Sistema contra incendios en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1. Inspección Técnica

Descripción: La inspección técnica permite evaluar de manera directa el estado y funcionamiento del sistema de protección contra incendios. Consiste en una revisión exhaustiva de los componentes físicos, como los rociadores, hidrantes, gabinetes, tuberías y la bomba de agua, para verificar su operatividad y conformidad con las normativas.

Instrumento: Lista de verificación. Se utilizará una lista de verificación basada en los estándares de la NFPA y la normativa local (Norma A130), con criterios específicos para inspeccionar cada componente del sistema contra incendios, como la correcta instalación, estado físico y funcionamiento de los rociadores, la presión de las bombas y la operatividad de los hidrantes.

#### 2. Medición de Parámetros Hidráulicos

Descripción: Esta técnica mide parámetros críticos, como el caudal de agua y la presión en diferentes puntos del sistema, para asegurar que cumplen con los requisitos establecidos para una respuesta efectiva ante incendios.

Instrumentos:

Manómetro: Permite medir la presión del agua en el sistema de tuberías, asegurando que se mantenga dentro de los niveles adecuados para operar eficazmente.

Caudalímetro: Utilizado para medir el flujo de agua en puntos clave del sistema, garantizando que el caudal sea suficiente para cubrir el área en riesgo en caso de incendio.

#### 3. Pruebas de Activación y Simulación de Emergencias

Descripción: Las pruebas de activación y simulaciones son ensayos controlados que permiten evaluar la rapidez y efectividad del sistema de protección contra incendios. Estas pruebas simulan escenarios de emergencia para verificar el tiempo de respuesta desde la detección hasta la activación del sistema.

Instrumentos:



**Cronómetro:** Se utiliza para medir el tiempo de respuesta del sistema, desde el inicio de la detección (aumento de temperatura o activación manual) hasta el inicio de la descarga de agua.

**Sensores de Temperatura:** Instalados temporalmente para detectar la activación automática de los rociadores a una temperatura específica, ayudando a confirmar la precisión y sensibilidad del sistema.

#### 4. Revisión de Documentación Técnica y Registros de Mantenimiento

**Descripción:** La revisión de documentos y registros permite evaluar el historial de mantenimiento, las inspecciones previas y las auditorías de cumplimiento del sistema de protección contra incendios. Estos documentos son esenciales para verificar si el sistema ha sido mantenido adecuadamente y si cumple con los estándares y normativas aplicables.

**Instrumento:** Lista de control documental. Esta lista incluye:

Registros de inspección y mantenimiento preventivo, para evaluar la frecuencia y calidad de las intervenciones.

Certificaciones y auditorías externas que verifican el cumplimiento normativo.

Planos y especificaciones del sistema contra incendios para verificar la instalación y disposición de los componentes.

#### 5. Entrevistas a Personal de Mantenimiento y Seguridad

**Descripción:** Las entrevistas permiten obtener información cualitativa sobre la experiencia y percepción del personal que gestiona y da mantenimiento al sistema de protección contra incendios. Estas entrevistas ayudan a identificar posibles deficiencias operativas y a evaluar el nivel de capacitación del personal en el uso del sistema durante emergencias.

**Instrumento:** Guía de entrevista semi-estructurada. Este instrumento incluye preguntas abiertas sobre:

Procedimientos de activación y mantenimiento del sistema.

Experiencia del personal en el manejo de situaciones de emergencia.



Opiniones sobre las deficiencias o mejoras necesarias en el sistema.

## 6. Auditorías de Cumplimiento Normativo

Descripción: Las auditorías de cumplimiento normativo son evaluaciones realizadas por inspectores internos o externos, que verifican si el sistema cumple con las normas nacionales e internacionales aplicables. La auditoría asegura que el sistema esté alineado con los estándares de seguridad y previene posibles sanciones legales.

Instrumento: Lista de verificación de auditoría. Basada en las normativas NFPA y A130, incluye puntos clave como la cobertura del sistema de rociadores, presión y caudal de agua, y los requisitos específicos para áreas de alto riesgo.

### 3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para tal serie es necesario tener una serie de datos, las cuales se obtendrán antes, durante y después de la investigación teniendo en cuenta que se tomara como sistema de protección contra incendio a base agua.

Teniendo como referencia una infraestructura existente como es el centro comercial MIA MARKET, se realizará la propuesta técnica de la instalación del sistema de protección.

Es importante comprender cuales son los criterios para el diseño de un sistema de protección frente a incendios a través de agua, de esta manera permite determinar una solución eficiente al problema.

Las variables por desarrollar será el tipo de rociador, tubería y la capacidad de la bomba del sistema.

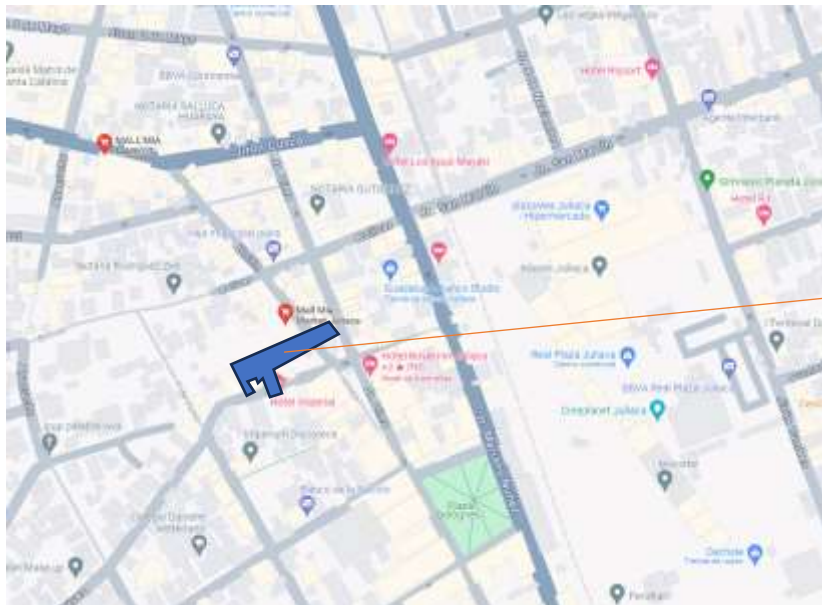
Se procederá la realización de las actividades de la esta metodología.

#### 3.4.1. Plan de recolección de datos.

##### ***a).- Etapa 1: Levantamiento de la información.***

Durante este primer proceso, es necesario la visita al establecimiento en donde se identifican los siguientes parámetros de entrada:

• **Ubicación de la zona:** El lugar de investigación es el centro comercial MIAMARKET, el cual se encuentra en Jr. Jorge Chávez #288 / Unión # 133 – Juliaca, el cual es una zona comercial, la cual tiene dentro de sus áreas se tiene el comercio de alimentos, oficinas, restaurantes, entretenimiento y alojamiento.



Ubicación del C.C.  
Mia Market

**Figura 1.-**

*ubicación de área de investigación, centro comercial Mia Market - Juliaca.*

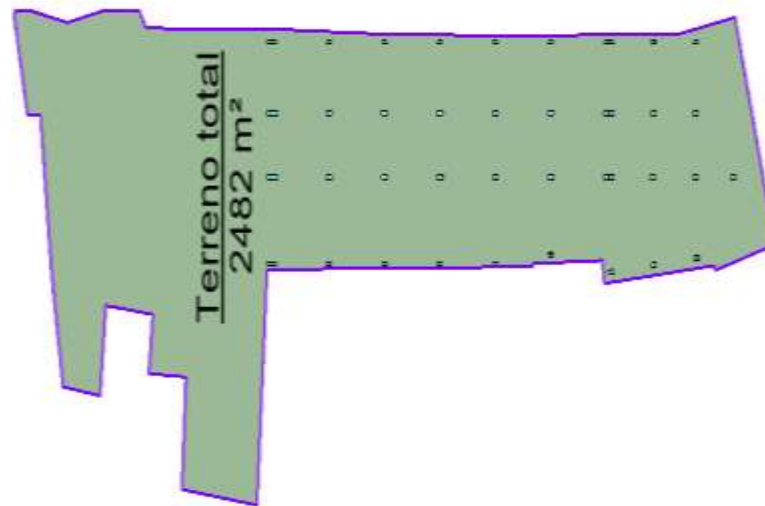
• **Recolección de las medidas del área:** Este subproceso, es importante porque permite recolectar diferentes características de las medidas como:

- **Terreno del predio.** – Se tiene un área de 2,482 m<sup>2</sup>, con una edificación de 8 pisos.

**Figura 2.-**

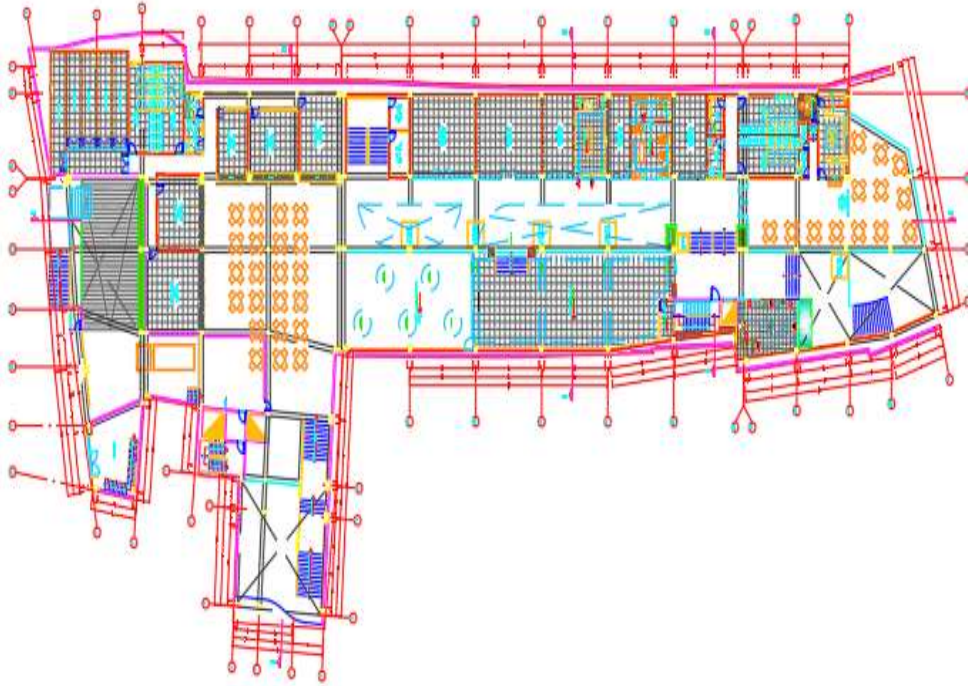
*Terreno total de centro comercial Mia Market*

- **Subdivisión.** – se tiene la una edificación de 8 pisos más un sótano el cual se tiene la siguiente distribución.



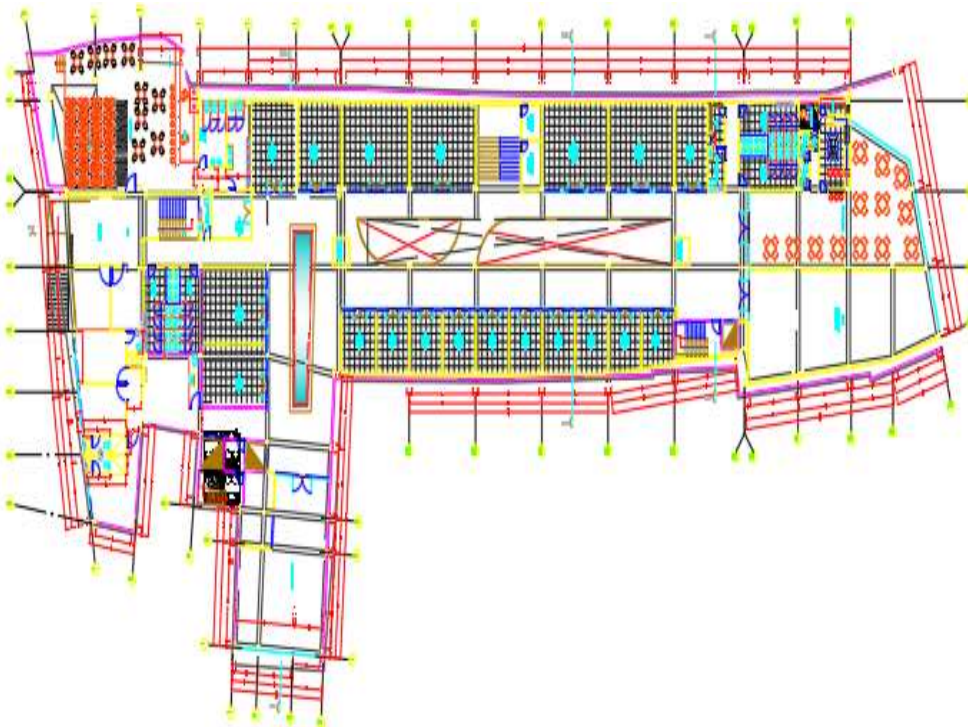
**Figura 3.-**

*Plano de distribución nivel 1*



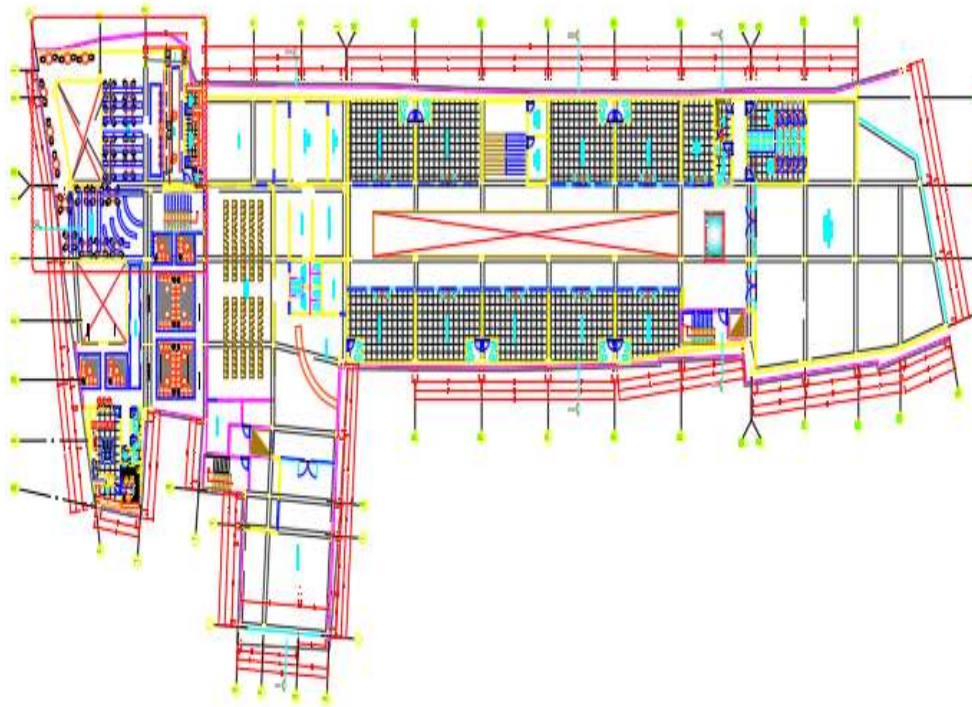
**Figura 4.-**

*Plano de distribución nivel 2.*

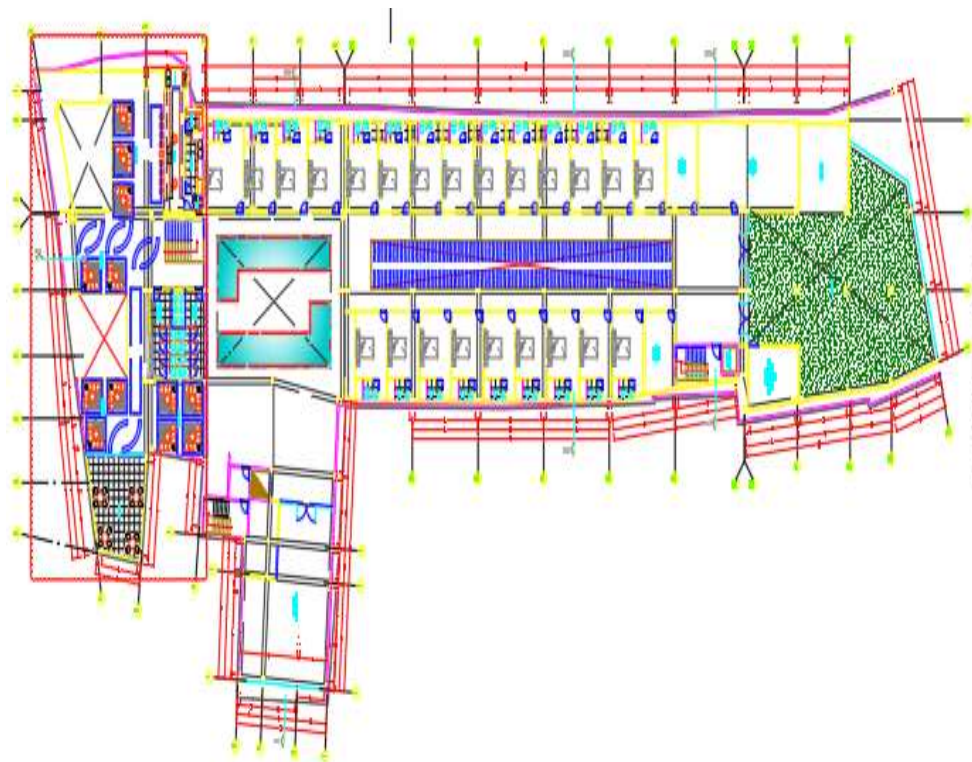


**Figura 5.-**

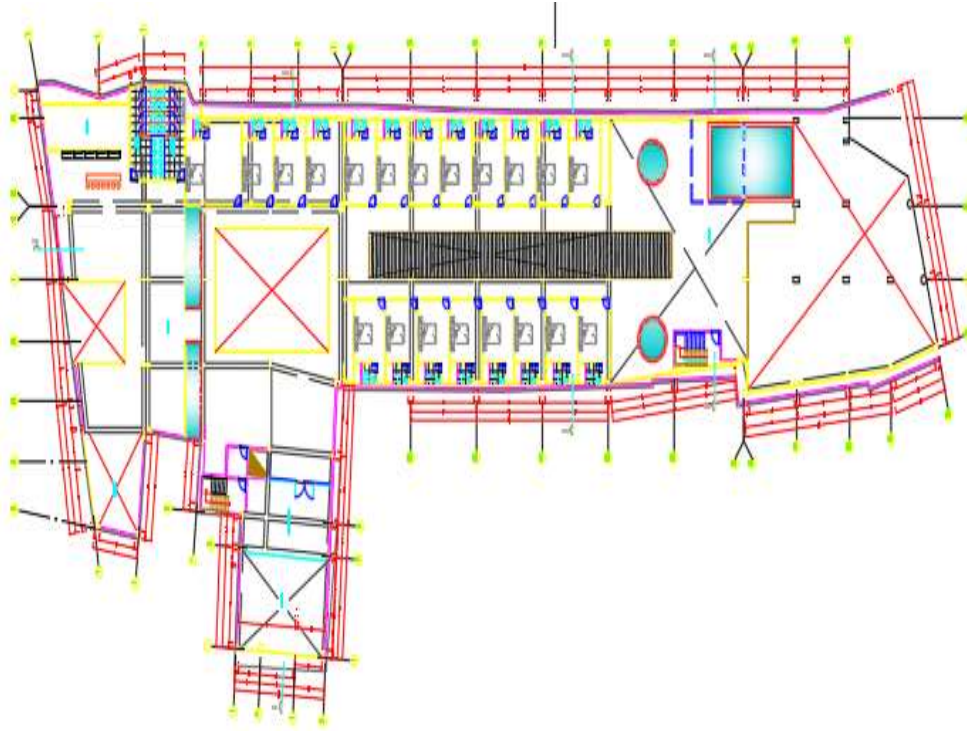
*Plano de distribución nivel 3.*



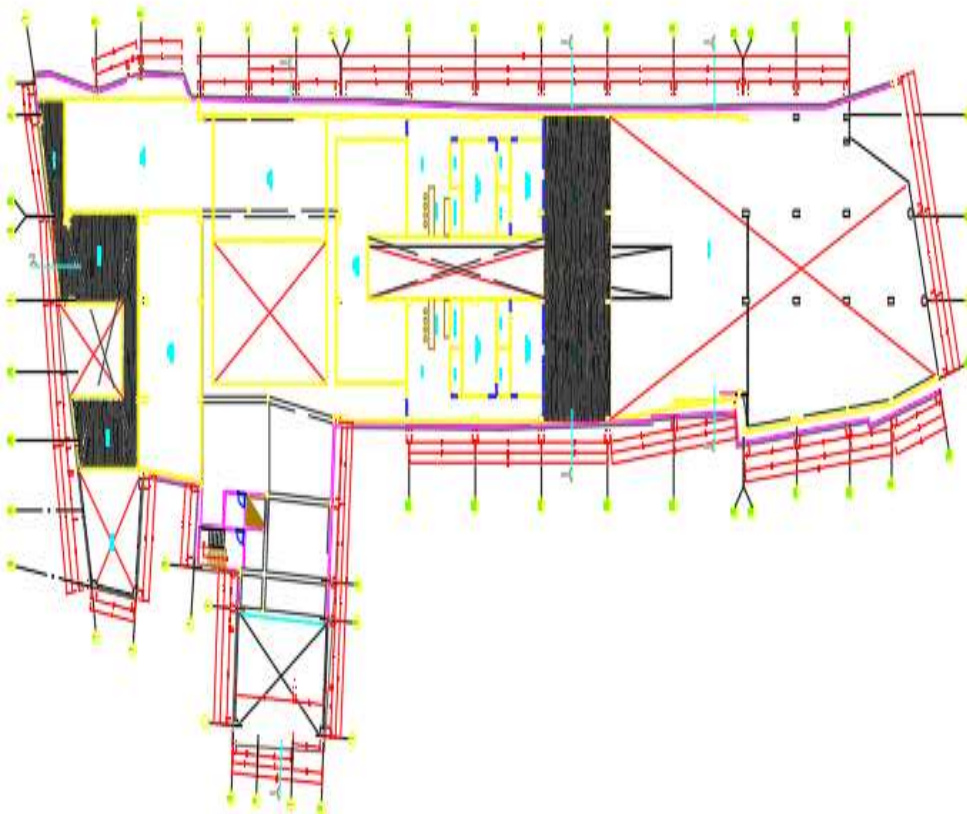
**Figura 6.-**  
*Plano de distribución nivel 4.*



**Figura 7.-**  
*Plano de distribución nivel 5.*



**Figura 8.-**  
*Plano de distribución nivel 6.*



**Figura 9.-**  
*Plano de distribución nivel 7.*



**Figura 10.-**  
*Plano de distribución nivel 8.*



**Figura 11.-**  
*Corte Transversal*

### 3.4.2. Proceso de cálculo del sistema contra incendios

Para el diseño del sistema contra incendio según el NFPA 13, el cual es norma para el diseño de sistemas con rociadores, se tomará un sistema por rociadores con sistema húmedo.

Se realizarán los siguientes pasos para el diseño del sistema contra incendio, según la metodología Densidad por área.

Paso 1.- Clasificación el riesgo en base a la ocupación.

Paso 2.- Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y Área (A) protegida según ocupación.

Paso 3.- Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla).

Paso 4.- Calcular el caudal de agua por rociador según curva de densidad (d)/área(Ac).

Paso 5.- Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac.

Paso 6.- Calcular el número y ubicación de rociadores abiertos en dicha área.

Paso 7.- Calcular la cantidad de rociadores por ramal.

Paso 8.- Comenzar el cálculo hidráulico con el rociador más remoto.

Paso 9.- Definir los diámetros de tubería en cada ramal.

Paso 10.- Cálculo de la bomba.

Paso 11.- Definir capacidad de la cisterna de agua.

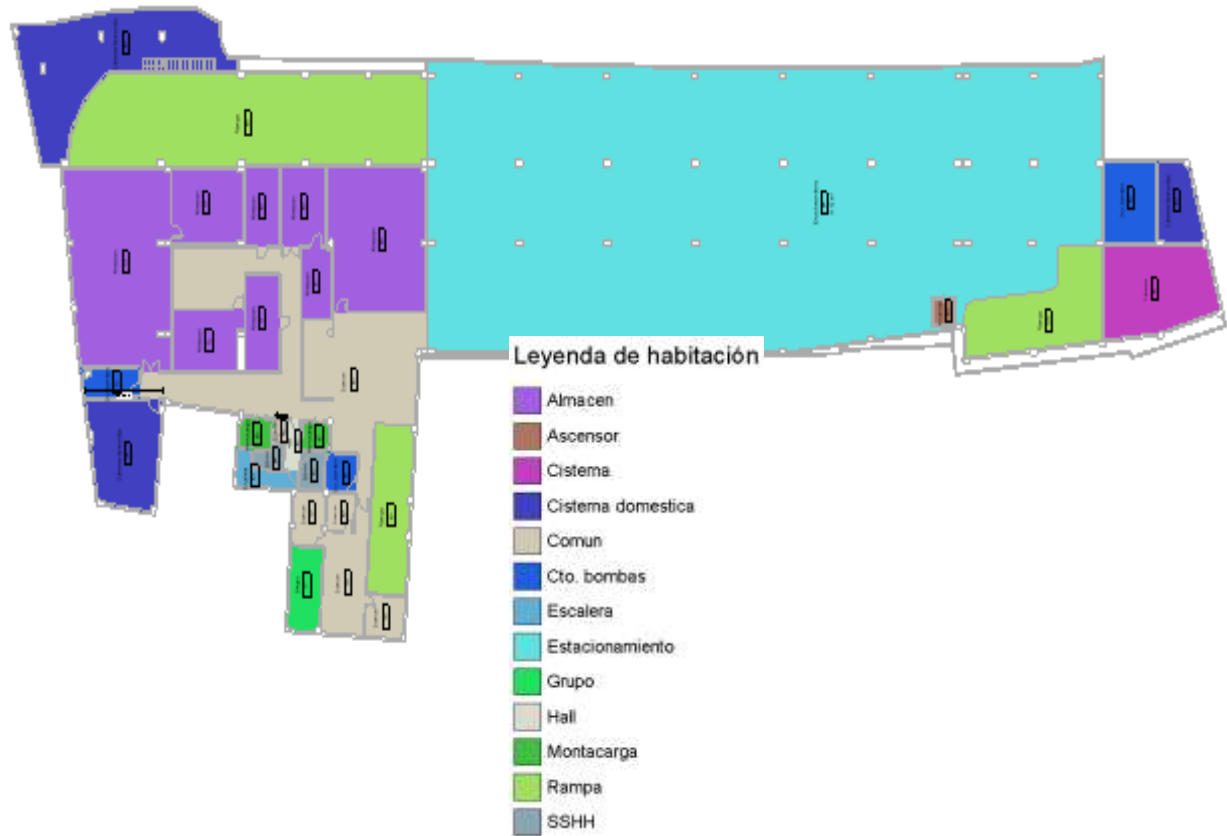
**a).- Paso 1.- Clasificación el riesgo en base a la ocupación.**

Para lo cual con apoyo de la normativa peruana se determinará las zonas que requieren los sistemas de protección mínimos.

Las áreas del centro comercial MIA MARKET está distribuida en 8 niveles y 1 sótano el cual tiene el siguiente repartimiento:

1) Sótano:

Se tiene la siguiente se muestra la zonificación del sótano, tal como se muestra en la siguiente figura:



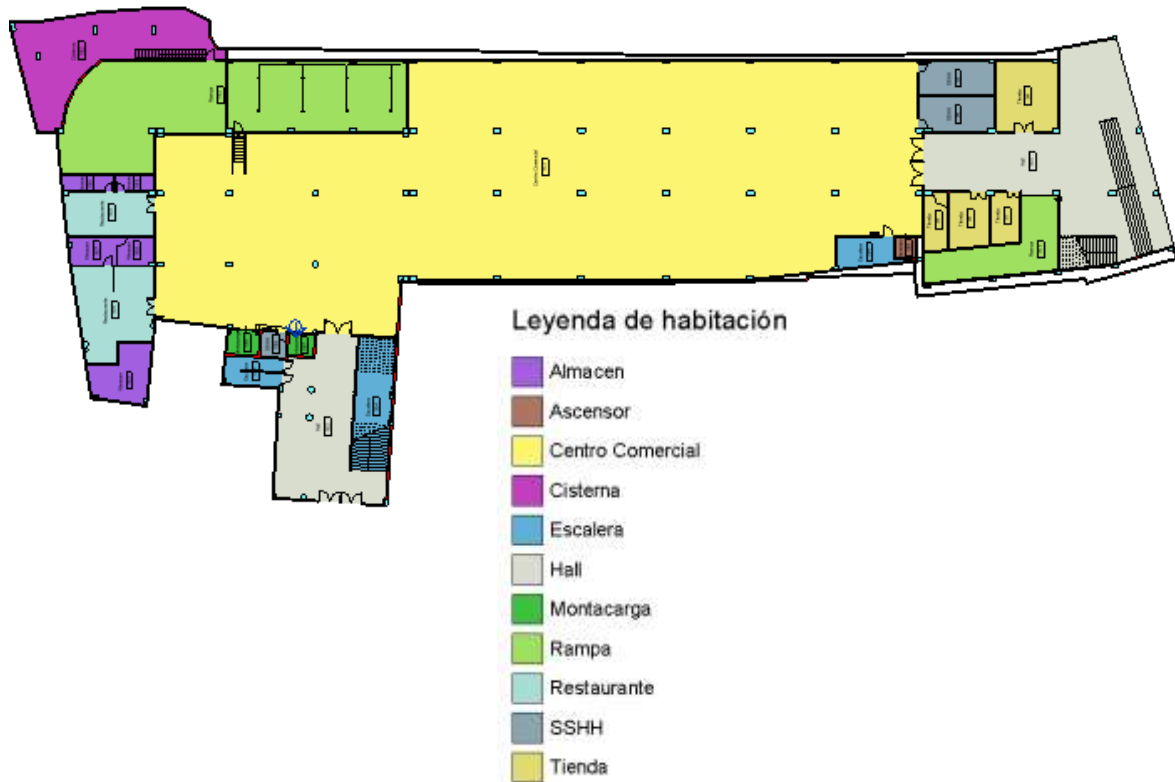
**Figura 12.-**  
*Plano de zonificación sótano.*

**Tabla 2.-**  
*Áreas del sótano*

Nivel	Descripción	Área
00 SOTANO	Almacén	339 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Ascensor	3 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Cisterna	57 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Cisterna domestica	160 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Común	233 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Cto. bombas	42 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Escalera	8 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Estacionamiento	1112 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Grupo	16 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Hall	4 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Montacarga	10 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	Rampa	294 m <sup>2</sup>
00 SOTANO	SSHH	9 m <sup>2</sup>
		<b>2288 m<sup>2</sup></b>

## 2) Nivel 1:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 2.-**

*Plano de zonificación nivel 1.*

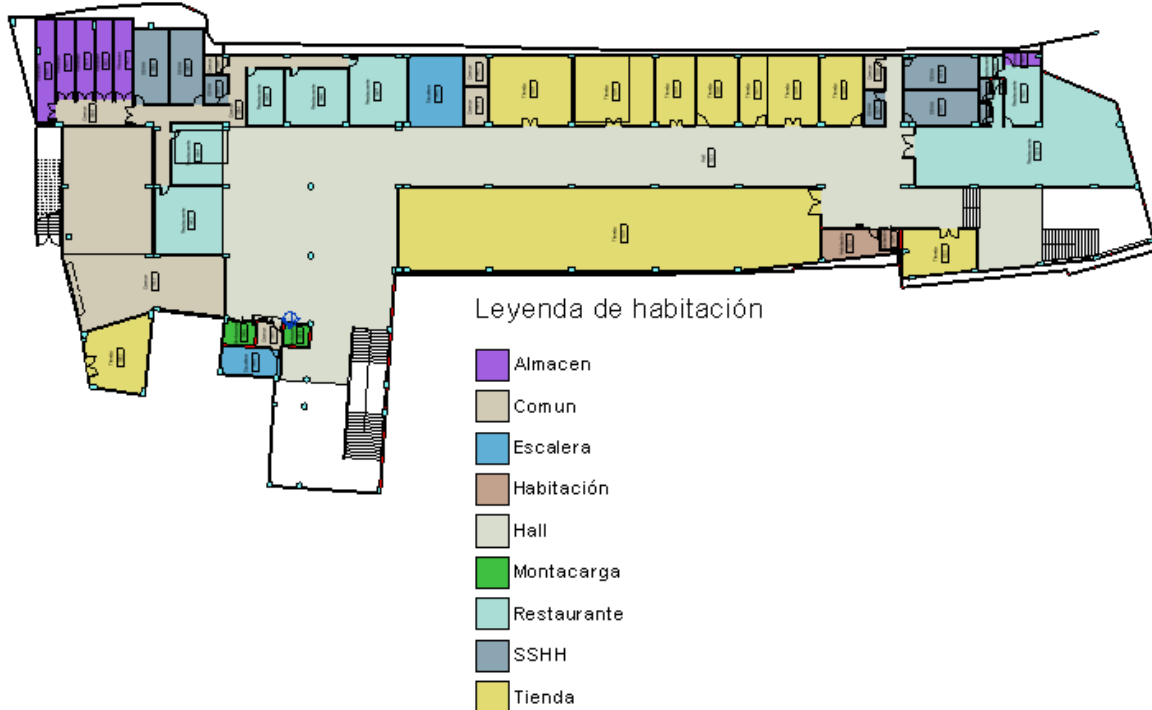
**Tabla 3.-**

*Áreas nivel 1*

Nivel	Descripción	Area
01 NIVEL	Almacén	55 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Ascensor	3 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Centro Comercial	1279 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Cisterna	98 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Escalera	67 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Hall	328 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Montacarga	10 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Rampa	272 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Restaurante	84 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	SSHH	47 m <sup>2</sup>
01 NIVEL	Tienda	78 m <sup>2</sup>
		2320 m <sup>2</sup>

### 3) Nivel 2:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 14.-**

*Distribución de áreas del Nivel 2.*

**Tabla 4.-**

*Áreas del nivel 2*

Nivel	Descripción	Área
02 NIVEL	Almacén	69 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Común	264 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Escalera	45 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Habitación	17 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Hall	693 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Montacarga	10 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Restaurante	308 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	SSHH	99 m <sup>2</sup>
02 NIVEL	Tienda	570 m <sup>2</sup>
		<b>2076 m<sup>2</sup></b>

#### 4) Nivel 3:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 15.-**

*Plano de zonificación nivel 3.*

**Tabla 5.-**

*Áreas del nivel 3*

Nivel	Descripción	Área
03 NIVEL	Almacén	4 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Ascensor	3 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Común	24 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Discoteca	196 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Entretenimiento	149 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Escalera	80 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Habitación	112 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Hall	618 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Montacarga	10 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Restaurante	290 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	SSHH	142 m <sup>2</sup>
03 NIVEL	Tienda	548 m <sup>2</sup>
		2176 m <sup>2</sup>

5) Nivel 4:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 16.-**  
*Plano de zonificación nivel 4.*

**Tabla 6.-**  
*Áreas del nivel 4*

Nivel	Descripción	Área
04 NIVEL	Almacén	105 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Ascensor	3 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Cocina	71 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Común	15 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Discoteca	412 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Escalera	75 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Habitación	14 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Hall	476 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Montacarga	4 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Oficina	760 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Recepción	30 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Restaurante	108 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	Sala	122 m <sup>2</sup>
04 NIVEL	SSHH	86 m <sup>2</sup>
		2282 m <sup>2</sup>

## 6) Nivel 5:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



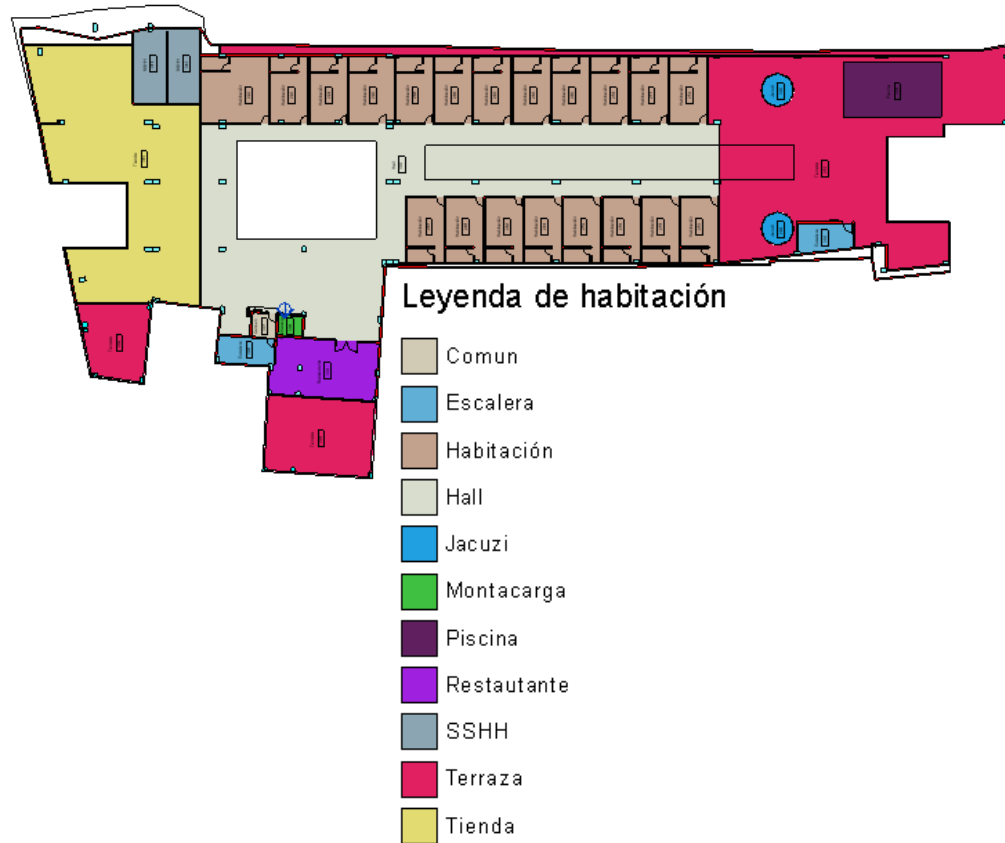
**Figura 17.-**  
*Plano de zonificación nivel 5.*

**Tabla 7.-**  
*Áreas del nivel 5*

Nivel	Descripción	Área
05 NIVEL	Almacén	36 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Común	5 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Cuarto de bombas	138 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Discoteca	288 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Escalera	42 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Habitación	501 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Hall	662 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Montacarga	4 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Motores	3 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Restaurante	35 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	SSHH	40 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Tanque gas	24 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Terraza	305 m <sup>2</sup>
05 NIVEL	Tienda	108 m <sup>2</sup>
		2191 m <sup>2</sup>

## 7) Nivel 6:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 18.-**

*Plano de zonificación nivel 6.*

**Tabla 8.-**

*Áreas del nivel 6*

Nivel	Descripción	Área
06 NIVEL	Común	5 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Escalera	27 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Habitación	468 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Hall	446 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Jacuzi	16 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Montacarga	4 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Piscina	50 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Restaurante	55 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	SSHH	44 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Terraza	491 m <sup>2</sup>
06 NIVEL	Tienda	274 m <sup>2</sup>
		1880 m <sup>2</sup>

8) Nivel 7:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 19.-**  
*Plano de zonificación nivel 7.*

**Tabla 9.-**  
*Áreas del nivel 7*

Nivel	Descripción	Área
07 NIVEL	Cocina	106 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Común	5 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Escalera	14 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Habitación	542 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Hall	259 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Montacarga	4 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Servicios	8 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	SSHH	25 m <sup>2</sup>
07 NIVEL	Terraza	271 m <sup>2</sup>
		1234 m <sup>2</sup>

9) Nivel 8:

Se tiene la siguiente zonificación y áreas, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 30.-**

*Plano de zonificación nivel 8.*

**Tabla 10.-**

*Áreas del nivel 9*

Nivel	Descripción	Área
08 NIVEL	Cocina	106 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Común	5 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Escalera	14 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Habitación	542 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Hall	258 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Montacarga	4 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	Servicios	8 m <sup>2</sup>
08 NIVEL	SSHH	25 m <sup>2</sup>
		962 m <sup>2</sup>

Considerando el Marco normativo nacional e Internacional, en el nacional se tiene que la Norma A130 en su Capítulo VIII y Artículo 89, un supermercado de más de un nivel y área mayor a 1000 m<sup>2</sup> por piso, tiene la obligación de contar con un sistema contra incendios tipos rociadores.

**Tabla 11.-**

*Requerimiento mínimo de protección contra incendios para edificaciones comerciales*

TIPO DE EDIFICACION	Señalización e Iluminación de emergencia	Extintores Portátiles	Sistema de Rociadores	Sistema Contra Incendios	Detección y Alarma Centralizado
<b>Tienda</b>					
Tienda de área techada total menor a 100 m <sup>2</sup>	-	Obligatorio	-	-	-
Tienda de área techada total mayor a 100 m <sup>2</sup> y menor a 750 m <sup>2</sup>	Obligatorio	Obligatorio	-	-	Obligatorio(1)
Tienda de área techada total mayor a 750 m <sup>2</sup> y menor a 1500 m <sup>2</sup>	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio(2)	-	Obligatorio
Tienda de planta techada de área mayor a 1500 m <sup>2</sup>	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio

Nota. - RNE A. 130

- **Tipo de protección**

El tipo de protección se define según los requisitos de seguridad proporcionado por el reglamento nacional de edificaciones, que deben cumplir las áreas destinadas para almacenamiento misceláneo. Ver tabla siguiente:

**Tabla 12.-**

*Requerimiento mínimo de protección contra incendios para almacenes techados, de altura menos a 3.7m y que constituyen el principal o único uso de ocupación.*

Tipo de Mercancía	Área de almacenamiento (m <sup>2</sup> )	Sistema rociadores	Sistema agua (gabinetes)	Sistema Detección de incendios/ alarma	Extintores Portátiles	Señalización
Clase I	0-2500	NO	NO	SI	SI	SI
	>2501	NO	SI	SI	SI	SI
Clase II	0-2500	NO	NO	SI	SI	SI
	>2501	NO	SI	SI	SI	SI
Clase III	0-1500	NO	SI	SI	SI	SI
	>1501	SI	SI	SI	SI	SI
Clase IV	0-1000	NO	SI	SI	SI	SI
	>1001	SI	SI	SI	SI	SI

Adicional, se tienen almacenes que cumplen ciertos requisitos de seguridad en las - áreas destinadas para almacenamiento misceláneo según el reglamento nacional de edificaciones.

En la normativa internacional se tendrá en cuenta:

- NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores
- NFPA 14: Norma para instalación de sistemas montantes y mangueras
- NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios.
- NFPA 24: norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios
- **Definición de la clase de mercadería y criterio de descarga según el tipo de almacenamiento en la zona:**

Según la forma de almacenamiento se puede obtener la clase de mercancía, esto depende si el acopio se encuentra expuesto al aire libre o bajo techo, se hace uso de la norma NFPA 13 para alcanzar los siguientes datos:

- Altura de almacenamiento
- Alturas máximas de cielorraso

- Manguera interior (gpm o l/min)
- Combinado de manguera interior y exterior gpm o l/min)
- Tiempo de duración del riego (min)

La tabla siguiente, muestran los criterios para almacenamiento misceláneo según los tipos de mercadería y otras características

**Tabla 13.-**

*Criterios de descarga para el almacenamiento misceláneo de hasta 12 pies (3m) de altura*

Mercadería	Tipo de almacenamiento	Altura de almacenamiento		Altura máxima del cielorraso		Curva de diseño figura 19.3.3.1.1	Nota	Manguera interior		total combinado de manguera interior y exterior		Duración (minutos)
		Pie	m	Pie	M			Gpm	l./min	gpm	l./min	
<b>Clase I a Clase IV</b>												
Clase I	En apilamientos compactos, en palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	≤12	≤3.7	-	-	OH1		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase II	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	≤10	≤3.0	-	-	OH1		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase II	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	>10 a ≤12	>3.0 a ≤3.7	-	-	OH2		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase III	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	≤12	≤3.7	-	-	OH2		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase IV	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	≤10	≤3.0	-	-	OH2		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase IV	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	>10 a ≤12	>3.0 a ≤3.7	32	10	OH2		0,50,100	0,190,380	250	950	90
Clase IV	En palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	>10 a ≤12	>3.0 a ≤3.7	32	10	EH1		0,50,100	0,190,380	500	1900	120

**Tabla 14.-**

*Criterios de descarga para el almacenamiento misceláneo*

Mercadería	Tipo de almacenamiento	Altura de almacenamiento		Altura máxima del cielorraso		Curva de diseño figura 19.3.3.1.1	Nota	Manguera interior		total combinado de manguera interior y exterior		Duración (minutos)
		pie	m	pie	m			gpm	l./min	gpm	l./min	
<b>Almacenamiento de plástico del Grupo A</b>												
	En apilamientos compactos, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	≤5	≤1.5	---	----	OH2		0,50,100	0,190,380	250	950	90
	En apilamientos compactos, en palés, en gavetas, en estanterías de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	>5 a ≤8	>1.5 a ≤2.4	28	8.5	EH2		0,50,100	0,190,380	500	1900	120



Expuesto	No expandido	En apilamientos compactos, en palés, en gavetas, en estanterías, en estantería de hilera única, doble o múltiple y almacenamiento en estantes espalda con espalda.	>5 to ≤10	<1.5 to ≤3.0	15	4.6	EH2	0,50,1000,190,380	500	1900	120
----------	--------------	--	-----------	--------------	----	-----	-----	-------------------	-----	------	-----

Basándose en los diferentes usos que tiene el área comercial, se selecciona el riesgo de cada área según el proyecto. Para ello se revisa la norma NFPA 13 en donde se clasifica las ocupaciones. Para el presente proyecto comercial se definió las siguientes áreas y sus tipos de riesgos, ver tabla siguiente:

**Tabla 15.-**

*áreas del proyecto y tipo de riesgo.*

Áreas	Riesgo	Sistema de protección (según A. 130)
Tienda comercial	Riesgo ordinario tipo I	Sistema de rociadores
Oficina	Riesgo ligero	Sistema de rociadores
Almacenes	Almacenamiento (misceláneo)	Gabinetes, extintores
Hall	Riesgo ligero	Gabinetes, extintores
SSHH	Riesgo ligero	Extintores
Cuarto	Riesgo ligero	Extintores
Estacionamiento	Riesgo ordinario tipo I	Sistema de rociadores
Cuarto de bombas	Riesgo ordinario tipo I (Según NFPA 20 cap 4.14.1.4)	Extintores
Restaurantes	Riesgo ordinario tipo I	Extintores

Para el diseño de sistema contra incendios, el de mayor incidencia o peligro se tiene el de *Riesgo ordinario tipo I*.

Para esta investigación según el plano de arquitectura mostrado, la ubicación del cuarto de bombas se encuentra en el sótano.

### 3.4.3. Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y

#### Área (A) protegida según ocupación.

Se selecciona un rociador de respuesta rápida el cual según la siguiente tabla tiene una factor K nominal de 5.6 gpm/psi<sup>1/2</sup>.

Tabla 7.2.2.1 Identificación de las características de descarga de los rociadores

Factor K nominal [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [L./min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [L./min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3-1.5	19-22	25	½ pulg. (15 mm) NPT
1.9	27	1.8-2.0	26-29	33.3	½ pulg. (15 mm) NPT
2.5	40	2.6-2.9	38-42	50	½ pulg. (15 mm) NPT
4.2	60	4.0-4.4	57-63	75	½ pulg. (15 mm) NPT
5.6	80	5.3-5.8	76-84	100	½ pulg. (15 mm) NPT
8.0	115	7.4-8.2	107-118	140	¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT
11.2	160	10.7-11.7	159-166	200	½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT
14.0	200	13.5-14.5	195-209	250	¾ pulg. (20 mm) NPT
16.8	240	16.0-17.6	231-254	300	¾ pulg. (20 mm) NPT
19.6	280	18.6-20.6	272-301	350	1 pulg. (25 mm) NPT
22.4	320	21.3-23.5	311-343	400	1 pulg. (25 mm) NPT
25.2	360	23.9-26.5	349-387	450	1 pulg. (25 mm) NPT
28.0	400	26.6-29.4	389-430	500	1 pulg. (25 mm) NPT
33.6	480	31.9-35.3	456-504	600	1½ pulg. (32 mm) NPT

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 28.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

### Elección del tipo de sistema contra incendio

La selección de un sistema húmedo accionado por una bomba contra incendio dispondrá de un motor diésel. No se opta por un sistema seco ya que es recomendable únicamente en ambientes donde se tenga la probabilidad del congelamiento del agua en todas sus piezas, ver capítulo A.8.2 de la norma NFPA.

Cantidad de rociadores críticos, se requiere para el óptimo funcionamiento del sistema en el almacén, teniendo como base el área de aspersión mínima de operación un rociador entre el área de protección según NFPA 13.

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

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

Según la figura siguiente se muestra la distribución recomendada por el NFPA 13.

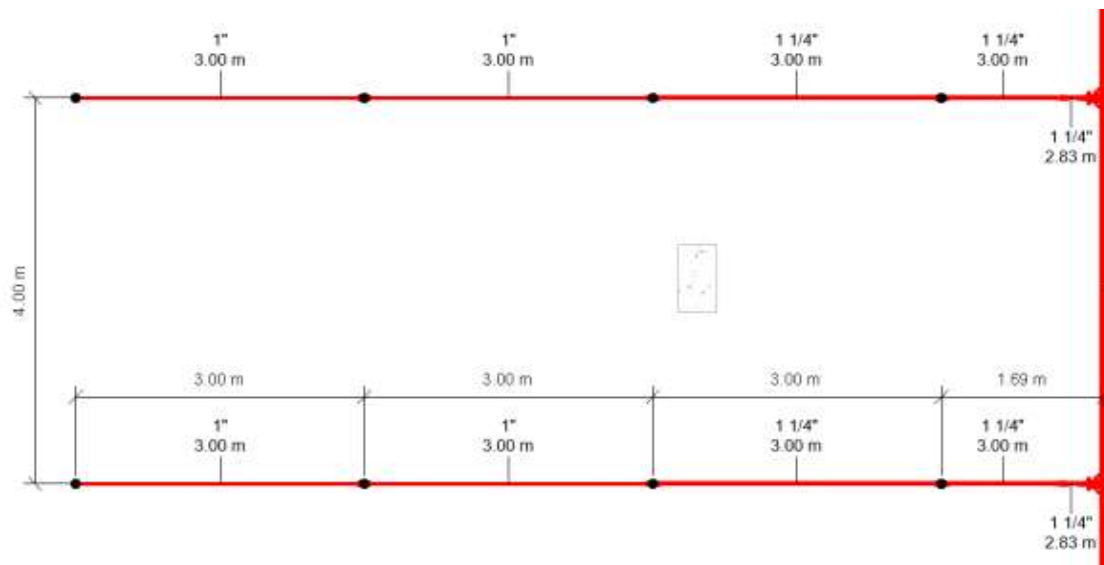


**Figura 41.-**  
distribución según la NFPA 13

Posterior a ello, se calcula el área de cobertura de un rociador el cual debe ser un área rectangular con su lado más largo paralelo a los ramales, para saber cuánto protege cada uno de ellos, el radio hallado es igual para cada uno de los rociadores y ello se muestra en el plano autocad, para verificar la protección de los rociadores.

$$Ar = 3m \cdot 4m$$

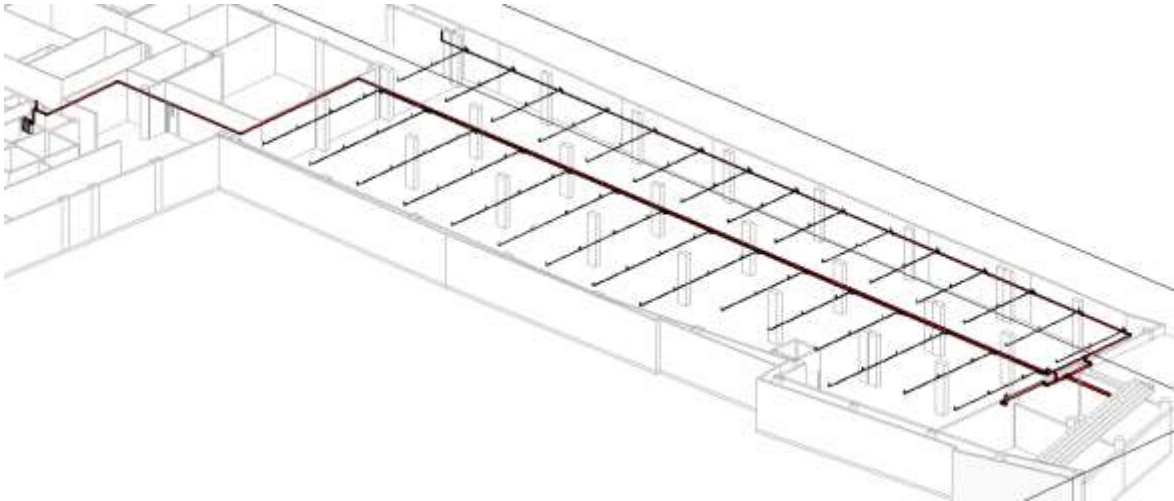
$$Ar = 12 m^2$$



**Figura 52.-**  
Espaciamiento de rociadores

#### 3.4.4. Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla).

Se utilizará por el tema facilidad de mantenimiento el arreglo de tubería tipo Árbol, el cual da facilidad para el cálculo del sistema en el área crítica del sistema.

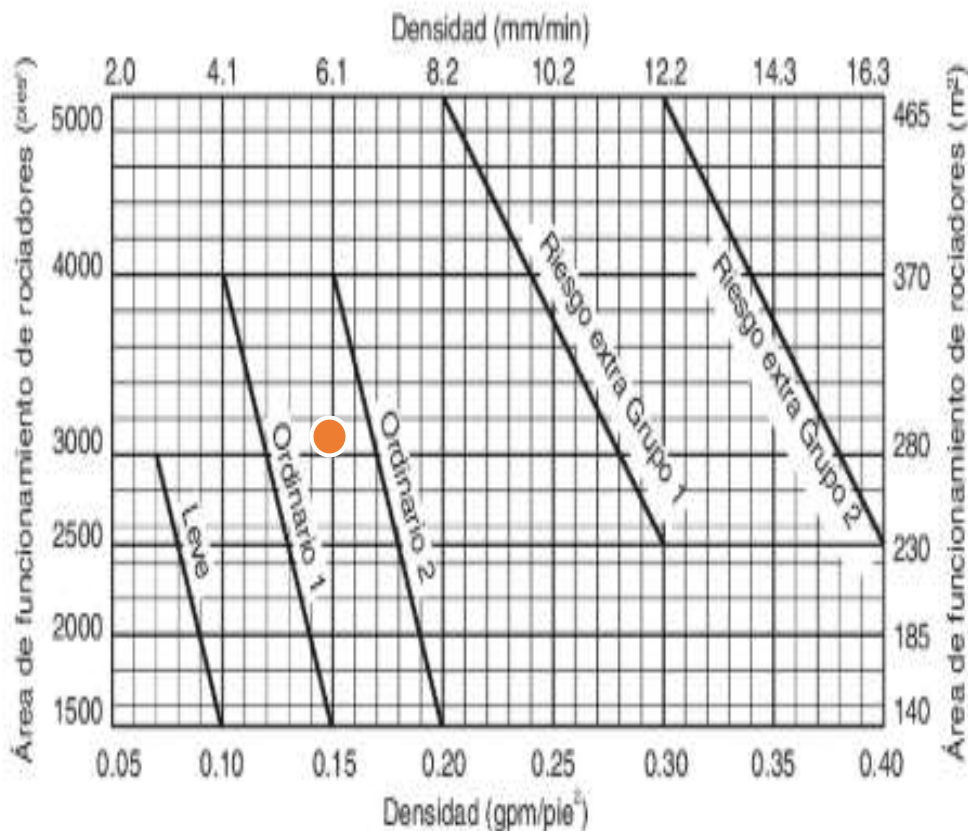


**Figura 63.-**

*Sistema tipo árbol del nivel sótano.*

- 4) Paso 4.- Calcular el caudal de agua por rociador según curva de densidad (d)/área( $A_c$ ).
  - ✓ Cálculo de la densidad/ área para sistema de rociadores, según la distancia máxima a la que se encuentra la fuente:

Para calcular la demanda de agua en los rociadores se utilizará la curva de densidad / área. Se determina según el área de demanda en  $m^2$ . Tal como se muestra en la figura de área



**Figura 24.-**

*Curva densidad /área.*

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

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

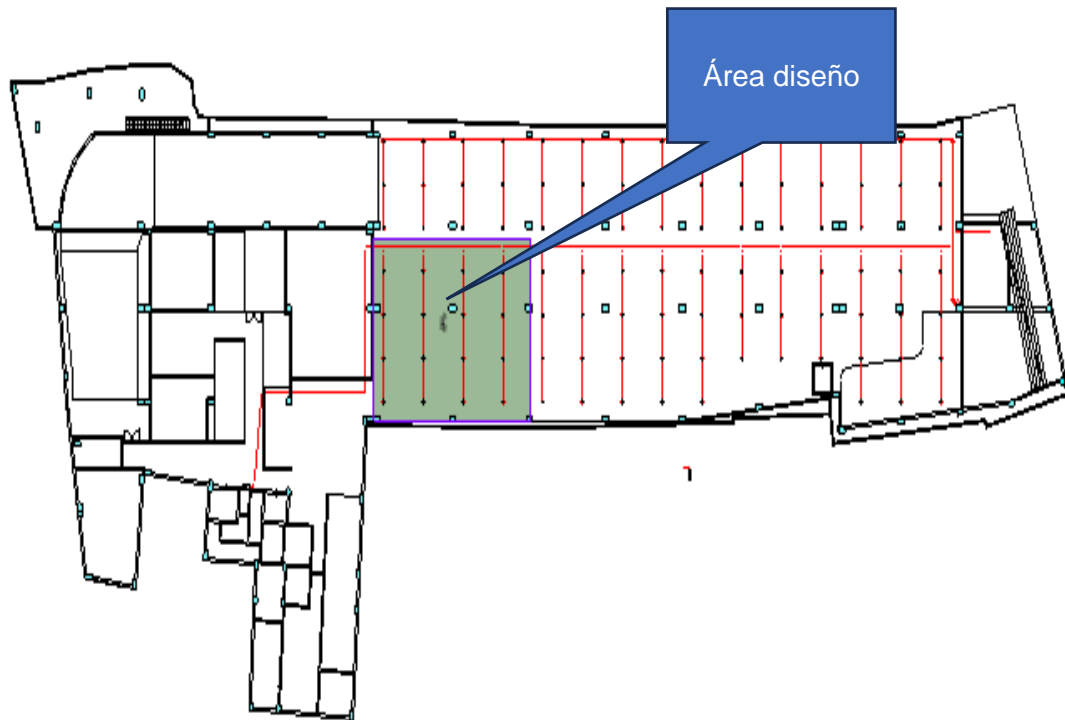
El cálculo del caudal por rociador se usará la formula siguiente:

$$\text{Caudal rociador} = \text{Área de operación} \times \text{Densidad}$$

$$\text{Caudal min. rociador} = 130 \text{ pies}^2 \times 0.15 \frac{\text{gpm}}{\text{pie}^2} = 19.5 \text{ gpm}$$

### 3.4.5. Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac.

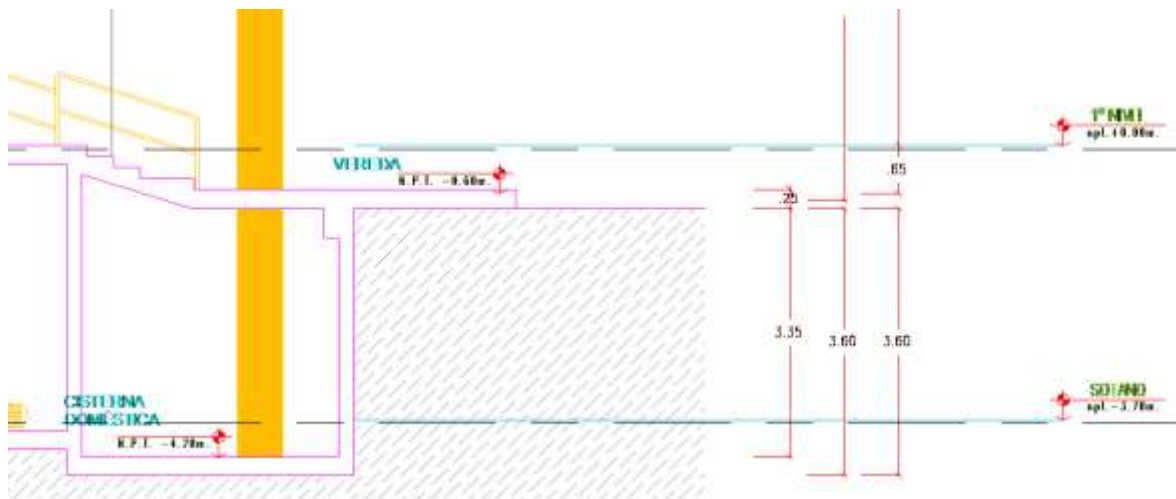
En este paso, se establecieron pasos necesarios para determinar los consumos necesarios para el diseño del sistema de protección contra incendios, el cual estará definido a continuación, se usará el área más crítica el cual se encuentra en el nivel Sótano en el área de estacionamiento.



Área crítica del Sótano = 139 m<sup>2</sup> ≈ 1500 ft<sup>2</sup>

- Ajuste del Área de diseño

La altura del piso al techo es de 3.70 m que es igual a 12.14ft



Se realizara el ajuste de area para método dens/area, el cual según la norma NFPA 13 indica que entre 10 y20 ft, se tendrá que reducir según la siguiente formula:

- 6) Paso 6.- Calcular el número y ubicación de rociadores abiertos en dicha área.

$$\text{N}^\circ \text{ de rociadores} = \text{Área de operación} / \text{cobertura por rociador}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de rociadores} = \frac{1500 \text{ ft}^2}{130 \text{ ft}^2} = 11.53 \approx 12 \text{ rociadores}$$

Para el área más crítica (almacén) según el cálculo se apresurarán 8 rociadores durante un evento de incendio.

### 7) Paso 7.- Calcular la cantidad de rociadores por ramal.

- Cálculo del número de rociadores

$$\text{Number of sprinklers on branch line} = \frac{1.2 \sqrt{A}}{S}$$

Where:

A = design area

S = distance between sprinklers on branch line

Cálculo de rociadores por ramal, esto se realizará de la forma siguiente:

$$\text{Cant.} \frac{\text{rociadores}}{\text{ramal}} = \frac{1.2 \cdot \sqrt{1500}}{(12+1)} = 3.58 \approx 4 \text{ rociadores/ramal}$$

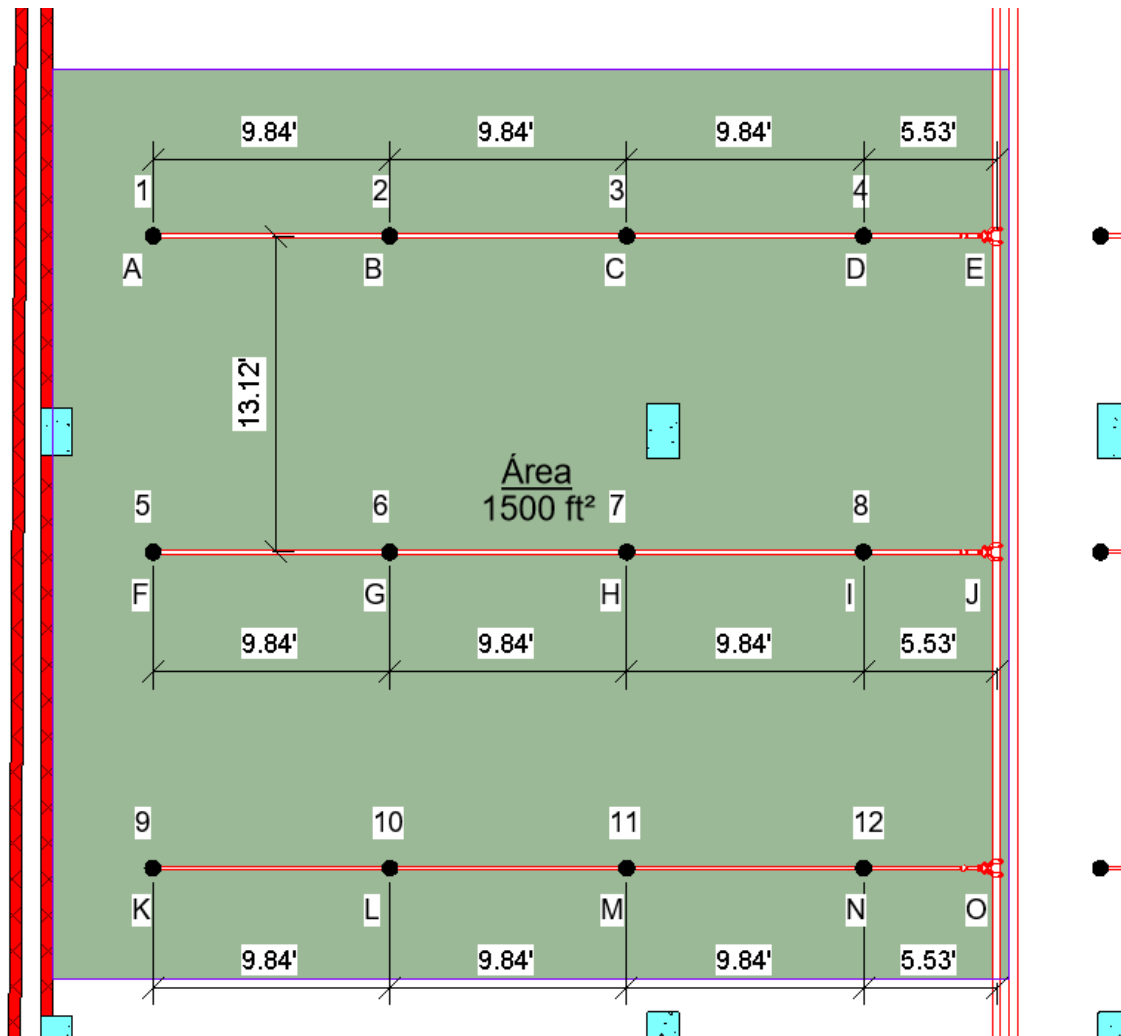


Figura 25.-

Distribución de rociadores por ramal.



**8) Paso 8- Comenzar el cálculo hidráulico con el rociador más remoto.**

Calculo caudal teórico

Caudal Total = Área de operación x Densidad

$$Caudal\ Total = 1500\ pies^2 \times 0.15 \frac{gpm}{pie^2} = 225\ gpm$$

Cálculo de rociador más remoto se calculará con la siguiente formula

- Cálculo de K

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

where:

$K_n$  = equivalent K at a node

$Q$  = flow at the node

$P$  = pressure at the node

$$q = K * \sqrt{P}$$

Se tiene un factor  $K$  de  $5.6\ gpm/psi^{1/2}$  y un caudal de  $19.5\ gpm$ , por lo que se tiene:

$$Presion = \left( \frac{19.5\ gpm}{\frac{5.6\ gpm}{psi^{1/2}}} \right)^2 = 12.13\ psi$$

La presión mínima según la norma NFPA 13 es de 7 psi, por lo que se acepta la presión 12.13 psi.

Cálculo del caudal según la formula de perdida de presión según la siguiente formula:

de acuerdo con el numeral 27.2.4 de la NFPA 13

- Perdida de carga

$$P_f = L \times \frac{4.52 Q^{1.85}}{(C^{1.85})(d^{4.87})}$$

where:

$P_f$  = friction loss (psi) (bar)

$L$  = length (ft) (m)

$Q$  = flow (gpm) (lpm)

$C$  = friction loss coefficient

$d$  = actual internal diameter of pipe (in.) (mm)

Tabla 28.2.4.8.1 Valores C de Hazen-Williams

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

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

<sup>†</sup> El suministro de nitrógeno debe instalarse de acuerdo con 8.2.6.9.

Usaremos como valor C el valor de 120 para acero negro en sistema húmedo.

Complementado los requisitos de seguridad según normativa NFPA 13 y en base al riesgo de la edificación, se contarán con mangueras contra incendio dependiendo la ocupación que se necesiten según los parámetros. Tal como se muestra en la tabla:

**Tabla 16.-**

*Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente.*

Ocupación	Mangueras interiores		Total, combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	L/m	gpm	L/m	
Riesgo leve	0.50 ó 100	0.189 ó 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0.50 ó 100	0.189 ó 379	250	946	60 - 90
Riesgo extra	0.50 ó 100	0.189 ó 379	500	1893	90 - 120

Ahora se calcula el caudal para mangueras (gabinetes), es decir un caudal adicional para los gabinetes y así proporcionar un alto nivel de seguridad al predio. Se utiliza la tabla 10.2.4.2.1 correspondiente según la NFPA 13. En este caso es de ocupación de riesgo ordinario y se debe adicionar un caudal de 250 gpm.

La fórmula para el cálculo del caudal es la siguiente:

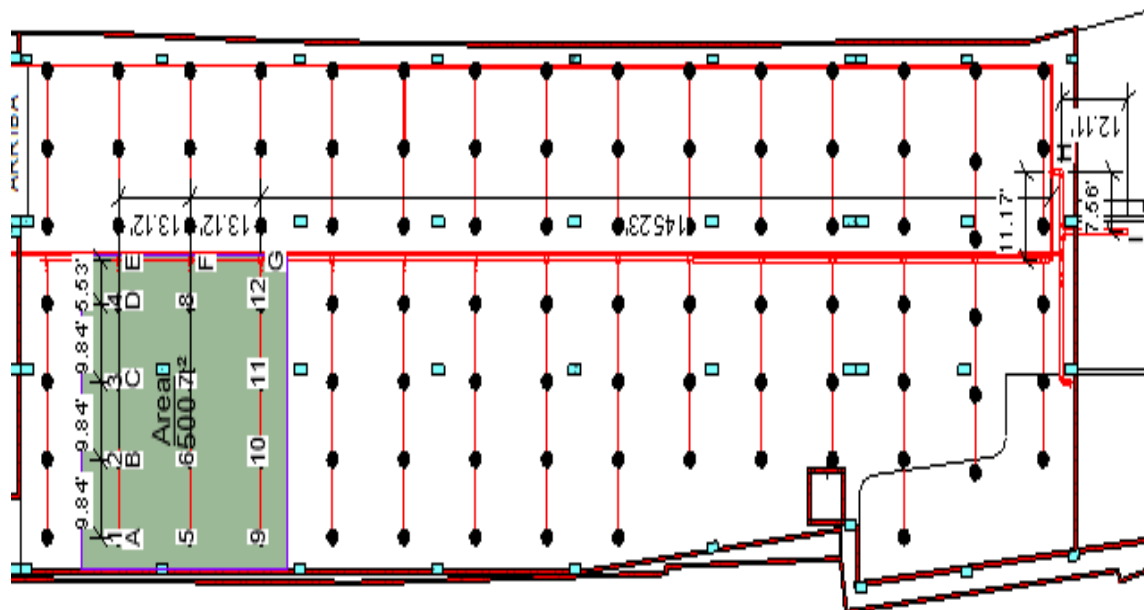
$$Q = K\sqrt{P}$$

Donde:

Q = Caudal en gpm.

K = Coeficiente K del rociador.

P = Presión en psi.



**Figura 76.-**

*Zona crítica para el diseño hidráulico*



Mediante la fórmula de Hansen William, se calculara el caudal y presión final.

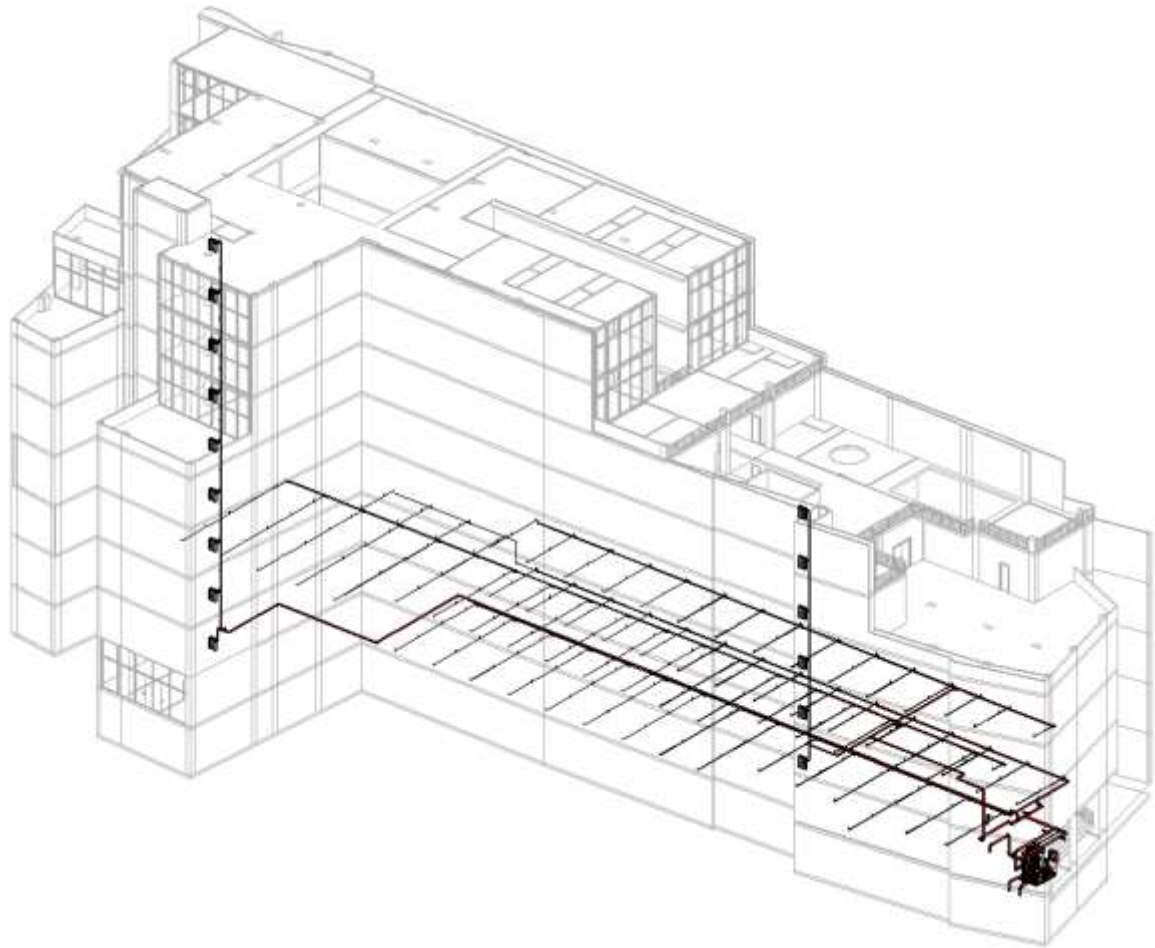
**Tabla 17.-**

Memoria de cálculo hidráulico según el método Área/Densidad.

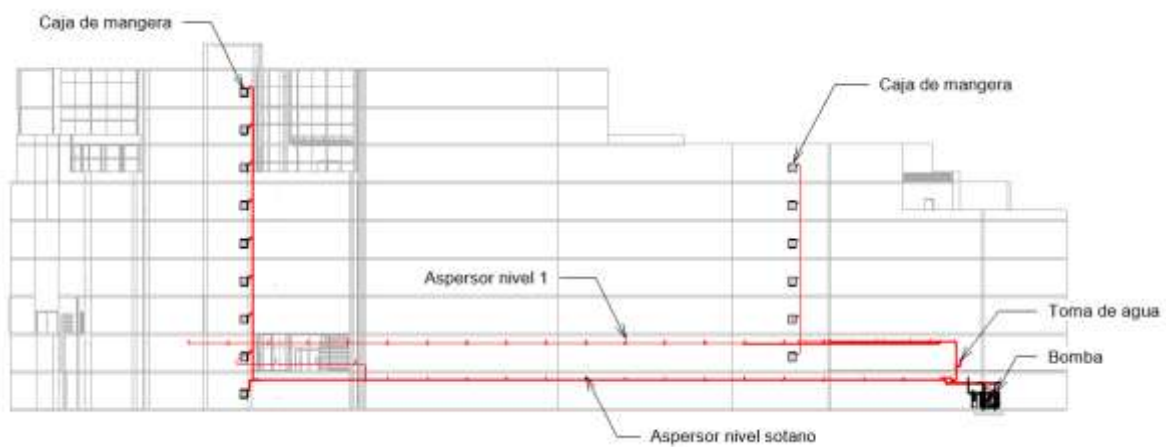
Nodo	Caudal	Diametro (mm)	Accesorios	Longitud equivalente	Pérdida de presión	Perdida de carga	Presión normal	Notas K= 5.6 D=0.15gpm/ft2 S= 10ftx13ft= 130ft2
L1	q			L 10	f t	Pt 12.10	Pt	
A B	Q (gpm) 19.50	1 25	" m	F 0	C = 0	F $P_f = L \times \frac{4.52 Q^{1.85}}{(C^{1.85})(d^{4.87})}$	Pv	Q=130x0.15= 19.5 gpm P= (19.5/5.6)2 = 12.1psi(0.83bar)
B C	q 20.70			L 10	f t	Pt 13.668	Pt	$q = K * \sqrt{P}$
	Q (gpm) 40.20	1 25	" m	F 0	C = 0	Pe	Pv	
				T 10	f t	Pf 5.978	Pn	q= 5.6x(13.668)^0.5
C D	q 24.82			L 10	f t	Pt 19.646	Pt	
	Q (gpm) 65.02	1.2 32	" m	F 0	C = 0	Pe	Pv	q= 5.6x(19.646)^0.5
				T 10	f t	Pf 4.907	Pn	
D E	q 27.75			L 5.53	f t	Pt 24.553	Pt	
	Q (gpm) 92.77	1.2 32	" m	F 5.53	C = 0	Pe	Pv	q= 5.6x(24.553)^0.5
				T 5.53	f t	Pf 5.238	Pn	
L2	q			1C-8 L 13	f t	Pt 29.791	Pt	K= Q/Pt
E F	Q (gpm) 92.77	2 51	" m	1T-8 F 15	C = 0	Pe	Pv	K=92.77/ (29.791)^2 =17
				T 28	f t	Pf 2.688	Pn	17.00
L3	q 96.88			1C-8 L 13	f t	Pt 32.479	Pt	
F G	Q (gpm) 189.65	2.5 64	" m	1T-8 F 15	C = 0	Pe	Pv	q=17x(32.479)^0.5
				T 28	f t	Pf 3.405	Pn	
L3	q 101.84			2 codo 14 L 156.4	f t	Pt 35.884	Pt	
G H	Q (gpm) 291.49	4 102	" m	1 tee 15 F 39	C = 0	Pe	Pv	q=17x(35.884)^0.5
				1 BV 10 T 195.4	f t	Pf 5.335	Pn	



Se tiene la siguiente distribución isométrica del centro comercial del sistema contra incendios.



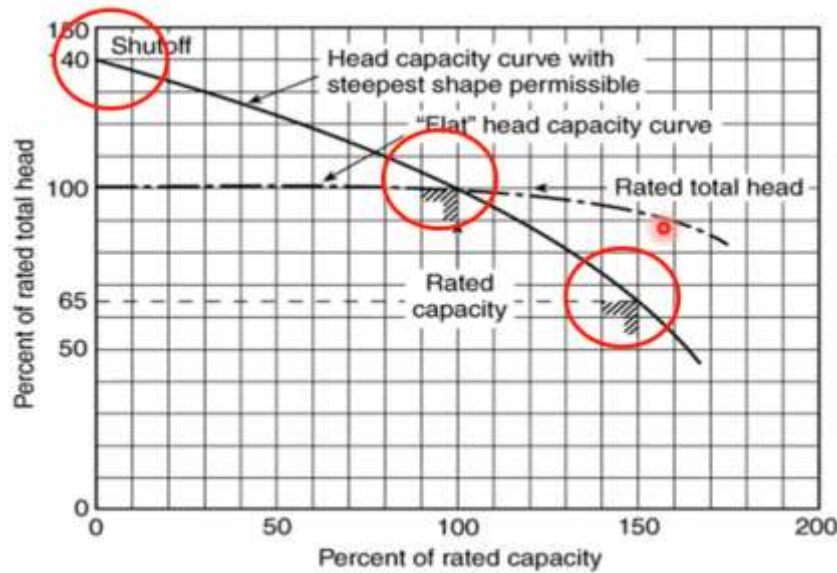
**Figura 87.-**  
*Sistema contra incendios general*



**Figura 98.-**  
*Vista vertical del sistema contra incendios*

## 10) Paso 10.- Cálculo de la bomba.

Teniendo los cálculos del paso 9, teniendo como se menciona en la norma NFPA 20 por loq se debe tener el 150% del caudal nominal.



FUENTE: National Fire Protection Association / NFPA 20

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

FUENTE: National Fire Protection Association / NFPA 20.

Para un caudal de 650 gpm se usara un bomba certificada de 750 gpm con un diámetro de succión de 6" y de carga de 5".

Se utilizará una bomba horizontal carcasa partida. Ya que se tiene el nivel de succión y descarga en forma horizontal y al mismo nivel.

Para determinar el caudal de la bomba se utilizara la siguiente tabla:

Table 4.10.2 Centrifugal Fire Pump Capacities

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

De la tabla anterior según la norma NFPA 20 en ítem 4.10 señala que la bomba puede tener un rango de 90% a 140% de la capacidad que en nuestro caso es la capacidad de 650 gpm, se usará una bomba de 750 gpm o 2839 l/min.

Selección de bomba horizontal de cámara partida en alta revolución para 2839 l/min ó 170 m<sup>3</sup>/h y 108 psi o 76 mca (metros de columna de agua) o 7.45 bar.



2980 RPM

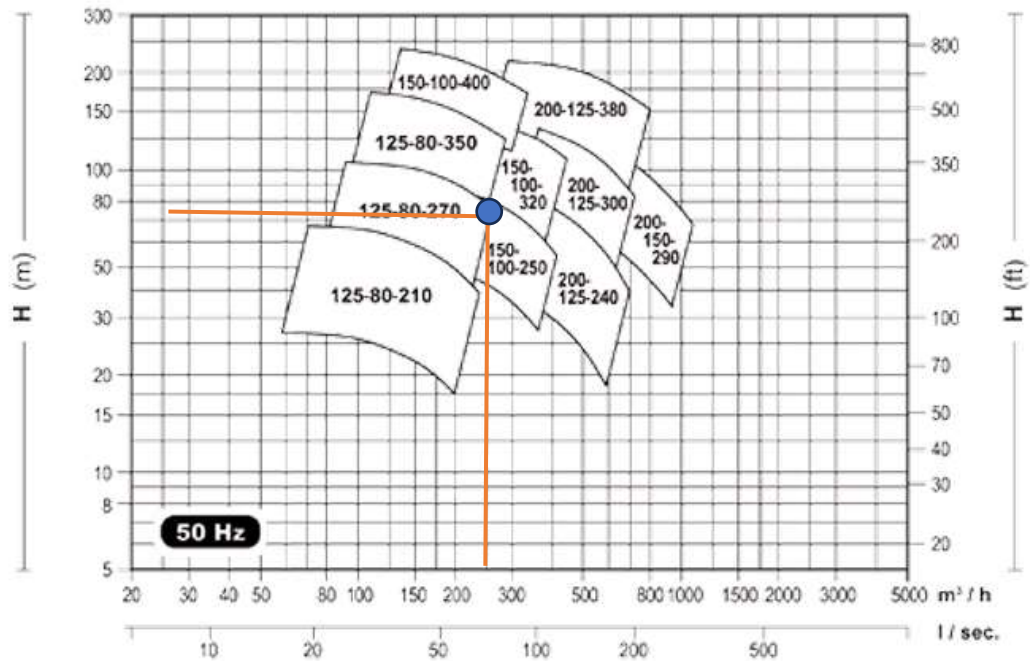


Figura 29.-

tabla de bombas horizontales de cámara partida de marca SAER serie SKD-190

TECHNICAL DATA/DATOS TÉCNICOS/DONNÉES TECHNIQUES

50 Hz n=2900 1/min







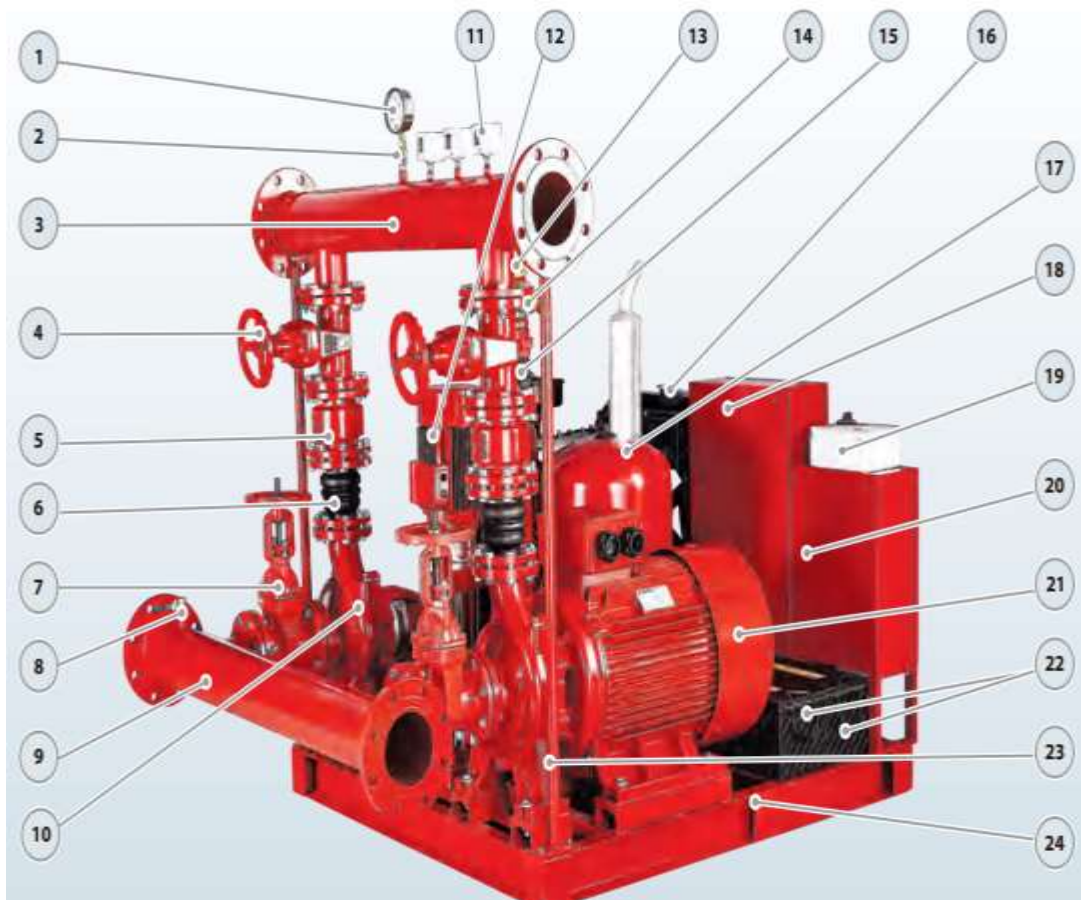
	Q	H	Electric/Eléctrico/Électrique		Diesel/Diésel/Diesel	Jockey/Jockey/Jockey	
			Option 1 Close coupled Coplado cerrado Couplage étroit	Option 2 Separate coupled Acoplado separado Séparé couplé	Coupling type Tipo acoplado Type d'accouplement	Option 1 Plastic Impeller Impulsor plástico Roue plastique	Option 2 SS304 Impeller Impulsor inox304 Roue inox304
	GPM	Bar					
BEDJ 500/14-125-125-15	500	14	BST 65-315/900 125HP	BSM 65-315/900 125HP	BSD 65-315/900 125HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 12-14 15HP
BEDJ 750/7-60-61-10	750	6-7	BST 80-250/450 60HP	BSM 80-250/450 60HP	BSD 80-250/450 61HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/8-75-75-10	750	8	BST 80-250/550 75HP	BSM 80-250/550 75HP	BSD 80-250/550 75HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/9-100-100-10	750	9	-	BSM 80-250/750 100HP	BSD 80-250/750 100HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/11-100-100-12	750	10-11	BST 80-315/750 100HP	BSM 80-315/750 100HP	BSD 80-315/750 100HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 16-10 15HP
BEDJ 750/13-125-125-15	750	12-13	BST 80-315/900 125HP	BSM 80-315/900 125HP	BSD 80-315/900 125HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 16-12 15HP
BEDJ 750/14-150-150-15	750	14	-	BSM 80-315/1100 150HP	BSD 80-315/1100 150HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 16-14 20HP
BEDJ 1000/8-100-100-10	1000	8	BST 100-250/750 100HP	BSM 100-250/750 100HP	BSD 100-250/750 100HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 20-8 15HP
BEDJ 1000/9-125-125-12	1000	9	BST 100-250/900 125HP	BSM 100-250/900 125HP	BSD 100-250/900 125HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 20-10 15HP
BEDJ 1000/11-150-150-12	1000	10-11	BST 100-315/1100 150HP	BSM 100-315/1100 150HP	BSD 100-315/1100 150HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 20-10 15HP

Figura 100.-

datos técnicos de la bomba

Se tendrá una bomba de BEDJ 750/8-75-75-10 el cual es una bomba principal de 750gpm, con una presión de 8bar y una potencia de 75 HP y una bomba jockey de 10HP.



- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1. Manómetro             | 13. Válvula de retención jockey |
| 2. Válvula de alivio     | 14. Válvula de compuerta jockey |
| 3. Tubería de descarga   | 15. Articulación flexible       |
| 4. Válvula de compuerta  | 16. Motor diésel                |
| 5. Válvula de retención  | 17. Tanque de presión           |
| 6. Articulación flexible | 18. Controladora eléctrico      |
| 7. Válvula OS&Y          | 19. Controladora jockey         |
| 8. Válvula de seguridad  | 20. Controladora diésel         |
| 9. Tubería de succión    | 21. Bomba eléctrica             |
| 10. Bomba diésel         | 22. Pilas                       |
| 11. Interruptor presión  | 23. Barra de soporte            |
| 12. Bomba jockey         | 24. Base                        |

## 11) Paso 11.- Definir capacidad de la cisterna de agua

Por último, para calcular la demanda del tanque de almacenamiento del sistema, primero se debe conocer el caudal real y la presión que se va a necesitar para la bomba contra incendios. Debe tener una autonomía de 60 minutos, según la muestra una reserva de agua para el tanque de almacenamiento frente a incendios de:

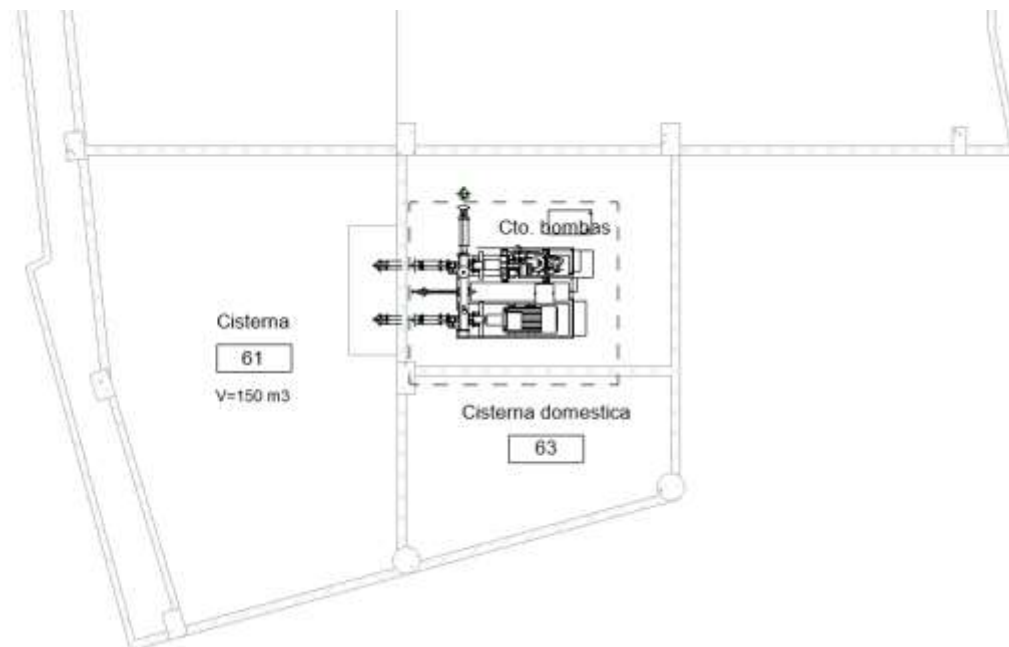
$$V_{Tanque} = Q * T \dots \dots \dots (9)$$

Donde: *Q*: Caudal *T*:Tiempo

Entonces:  $V_{Tanque} = 650 \text{ galmin} * 60 \text{ min}$

$V_{Tanque} = 39,000 \text{ gal} = 147.63 \text{ m}^3$

según NFPA 13 tomaremos **150 m<sup>3</sup>** como volumen de tanque cisterna de reserva.



**Figura 111.-**  
*Ubicación del tanque cisterna en el sótano*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para desarrollar el análisis de resultados de la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en un centro comercial, se puede estructurar este apartado en varios elementos clave. Este análisis se basa en los resultados obtenidos a través de las técnicas e instrumentos aplicados, proporcionando una visión integral sobre la efectividad del sistema y el cumplimiento normativo. Aquí te presento una estructura detallada:

#### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- **\*\*Evaluación del Funcionamiento de los Rociadores\*\***: Los resultados de las inspecciones y pruebas de activación muestran el tiempo de respuesta de los rociadores automáticos desde el momento en que detectan un aumento de temperatura. Se comparan estos tiempos con los estándares establecidos (normativa NFPA 13), para determinar si el sistema proporciona una cobertura oportuna en las áreas de riesgo.

- **\*\*Análisis del Caudal y Presión\*\***: Mediante los datos de presión y caudal obtenidos en diferentes puntos del sistema, se verifica si los niveles alcanzan los requisitos necesarios para una descarga efectiva. Los resultados se comparan con las



especificaciones normativas y los parámetros de diseño del sistema, analizando si la presión y el caudal son suficientes para la cobertura total del centro comercial.

## 4.2. CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y CONFORMIDAD CON LOS ESTÁNDARES

- **\*\*Cumplimiento con la Norma A130 y Normativas Internacionales (NFPA)\*\***: Los resultados de las auditorías se analizan en relación con la normativa local (Norma A130) y los estándares NFPA aplicables. Se identifica el porcentaje de conformidad del sistema, evaluando aspectos como:

- Instalación y ubicación de los rociadores, hidrantes y gabinetes.
- Capacidad de las bombas y cisternas para asegurar un flujo constante.
- Cobertura en áreas críticas, como zonas de almacenamiento y cocinas.

- **\*\*Áreas de Incumplimiento\*\***: Se detallan las observaciones de las auditorías respecto a cualquier incumplimiento normativo, identificando componentes que no cumplen con las especificaciones, como deficiencias en el diseño, falta de mantenimiento o componentes inadecuados para la estructura del centro comercial.

## 4.3. IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS TÉCNICAS

- **\*\*Análisis de Mantenimiento y Frecuencia de Inspecciones\*\***: Se evalúa el historial de mantenimiento del sistema, considerando la frecuencia de inspecciones y la calidad de las intervenciones. Los resultados de esta evaluación se utilizan para identificar si el sistema ha recibido un mantenimiento adecuado y si existen componentes críticos que podrían fallar en caso de emergencia.

- **\*\*Problemas en la Configuración y Distribución del Sistema de Tuberías\*\***: Se analizan los resultados de las pruebas de caudal y presión en diferentes zonas del centro



comercial. Cualquier inconsistencia en la distribución de la presión podría indicar un diseño inadecuado o la necesidad de ajustes en la configuración de las tuberías.

#### **4.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y COBERTURA DEL SISTEMA**

- **\*\*Evaluación del Tiempo de Activación\*\***: Los resultados de las pruebas de activación y simulaciones de emergencia se analizan para determinar el tiempo promedio que tarda el sistema en activarse desde la detección del incendio. Se compara este tiempo con los estándares establecidos y se identifica cualquier retraso significativo en la activación que podría comprometer la seguridad.

**\*\*Cobertura de Agua en Áreas de Alto Riesgo\*\***: Los datos obtenidos en las pruebas de caudal y presión en áreas específicas, como zonas de almacenamiento y cocinas, se analizan para verificar si la cobertura es adecuada. Esto incluye calcular el área de cobertura efectiva de los rociadores y confirmar que no existan zonas sin cobertura o áreas con baja presión de agua.

#### **4.5. ANÁLISIS DEL NIVEL DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**

- **\*\*Conocimiento del Personal de Seguridad y Mantenimiento\*\***: Los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento y seguridad se analizan para evaluar su nivel de conocimiento y preparación en el manejo del sistema de protección contra incendios. Se observa si el personal está adecuadamente capacitado para realizar las tareas de mantenimiento y para responder ante emergencias.

- **\*\*Identificación de Necesidades de Capacitación\*\***: Se identifican áreas donde el personal pueda necesitar capacitación adicional, tales como la operación manual de los hidrantes y gabinetes, o en el seguimiento de los protocolos de emergencia.

### 4.6. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA HIDRAULICO

**Tabla 18**

*Resumen de datos*

Descripción	existente
Tipo de Sistema	húmedo
Sistema extinción	Rociadores, manguera y extintores
Tipo de tubería	Tubería de acero negro
Tipo de rociador	rociador de respuesta rápida
Caudal max.	500 gpm
Presión max.	95 psi
Capacidad de tanque cisterna	150 M3

**Figura 32**

*verificación de la red de tubería en árbol en tubería en acero*





## 4.7. RESULTADOS DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA QUE ESTA CUBRIRÁ LA NECESIDAD ANTE UN EVENTO DE INCENDIO EN EL CENTRO COMERCIAL

Se realizarán los siguientes pasos para el diseño del sistema contra incendio, según la metodología Densidad por área.

Paso 1.- Clasificación el riesgo en base a la ocupación.

Paso 2.- Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y Área (A) protegida según ocupación.

Paso 3.- Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla).

Paso 4.- Calcular el caudal de agua por rociador según curva de densidad (d)/área(Ac).

Paso 5.- Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac.

Paso 6.- Calcular el número y ubicación de rociadores abiertos en dicha área.

Paso 7.- Calcular la cantidad de rociadores por ramal.

Paso 8.- Comenzar el cálculo hidráulico con el rociador más remoto.

Paso 9.- Definir los diámetros de tubería en cada ramal.

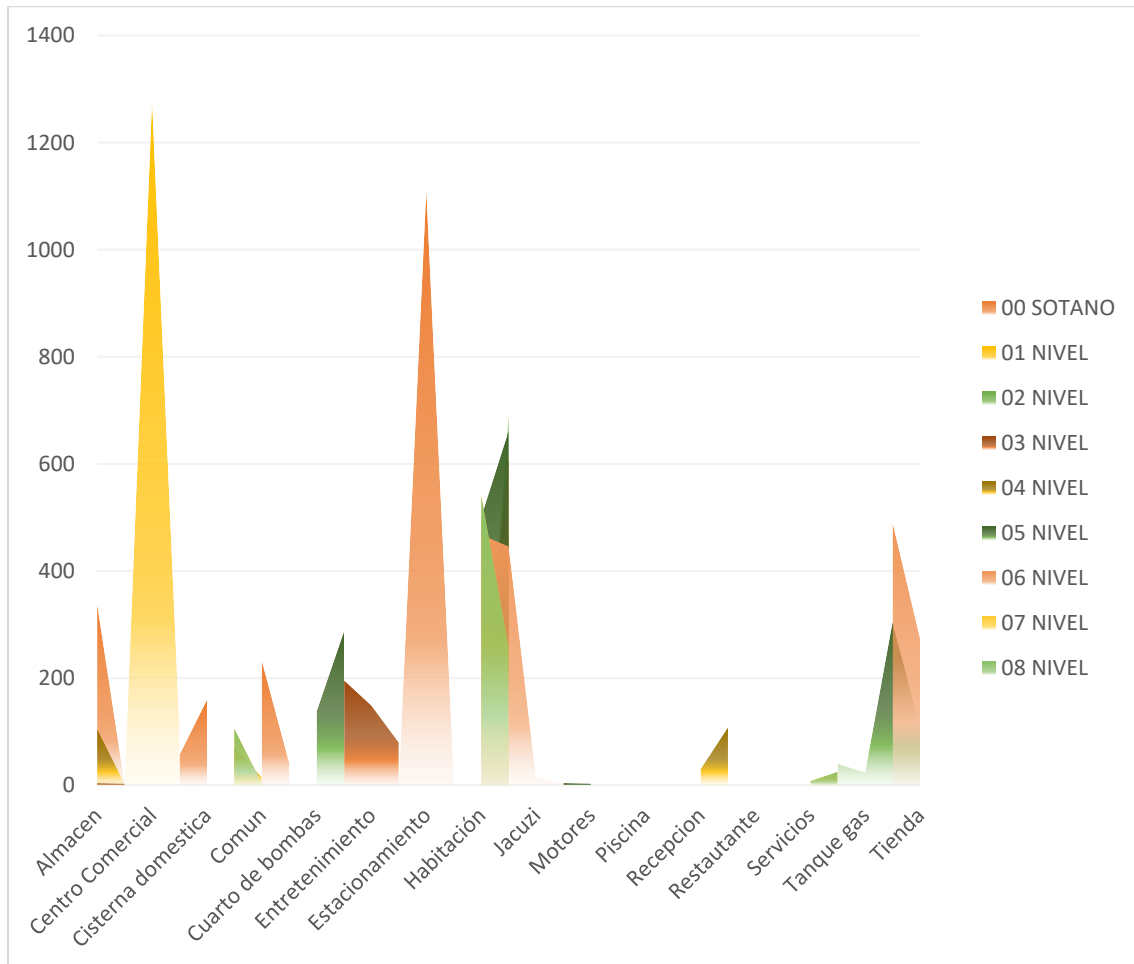
Paso 10.- Cálculo de la bomba.

Paso 11.- Definir capacidad de la cisterna de agua

## 4.7.1. Paso 1.- Clasificación el riesgo en base a la ocupación.

**Figura 33**

Las áreas del centro comercial MIA MARKET está distribuida en 8 niveles y 1 sótano



Basándose en los diferentes usos que tiene el área comercial, se selecciona el riesgo de cada área según el proyecto. Para ello se revisa la norma NFPA 13 en donde se clasifica las ocupaciones.

**Tabla 15**

áreas del proyecto y tipo de riesgo.

Áreas	Riesgo	Sistema de protección (según A. 130)
Tienda comercial	Riesgo ordinario tipo I	Sistema de rociadores
Oficina	Riesgo ligero	Sistema de rociadores
Almacenes	Almacenamiento (misceláneo)	Gabinetes, extintores
Hall	Riesgo ligero	Gabinetes, extintores

<b>SSHH</b>	Riesgo ligero	Extintores
<b>Cuarto</b>	Riesgo ligero	Extintores
<b>Estacionamiento</b>	Riesgo ordinario tipo I	Sistema de rociadores
<b>Cuarto de bombas</b>	Riesgo ordinario tipo I (Según NFPA 20 cap 4.14.1.4)	Extintores
<b>Restaurantes</b>	Riesgo ordinario tipo I	Extintores

#### 4.7.2. Paso 2.- Determinar el tipo de rociador y espaciamiento entre rociadores (S) y Área (A) protegida según ocupación.

Se selecciona un rociador de respuesta rápida el cual según la siguiente tabla tiene un factor K nominal de 5.6 gpm/psi<sup>1/2</sup>.

Tabla 7.2.2.1 Identificación de las características de descarga de los rociadores

Factor K nominal [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [L/min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [L/min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3-1.5	19-22	25	½ pulg. (15 mm) NPT
1.9	27	1.8-2.0	26-29	33.3	½ pulg. (15 mm) NPT
2.8	40	2.6-2.9	38-42	50	½ pulg. (15 mm) NPT
4.2	60	4.0-4.4	57-63	75	½ pulg. (15 mm) NPT
5.6	80	5.3-5.8	76-84	100	½ pulg. (15 mm) NPT
8.0	115	7.4-8.2	107-118	140	¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT
11.2	160	10.7-11.7	159-166	200	½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT
14.0	200	13.5-14.5	195-209	250	¾ pulg. (20 mm) NPT
16.8	240	16.0-17.6	231-254	300	¾ pulg. (20 mm) NPT
19.6	280	18.6-20.6	272-301	350	1 pulg. (25 mm) NPT
22.4	320	21.3-23.5	311-343	400	1 pulg. (25 mm) NPT
25.2	360	23.9-26.5	349-387	450	1 pulg. (25 mm) NPT
28.0	400	26.6-29.4	389-430	500	1 pulg. (25 mm) NPT
33.6	480	31.9-35.3	456-504	600	1½ pulg. (32 mm) NPT

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 28.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

Cantidad de rociadores críticos, se requiere para el óptimo funcionamiento del sistema en el almacén, teniendo como base el área de aspersión mínima de operación un rociador entre el área de protección según NFPA 13.

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

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

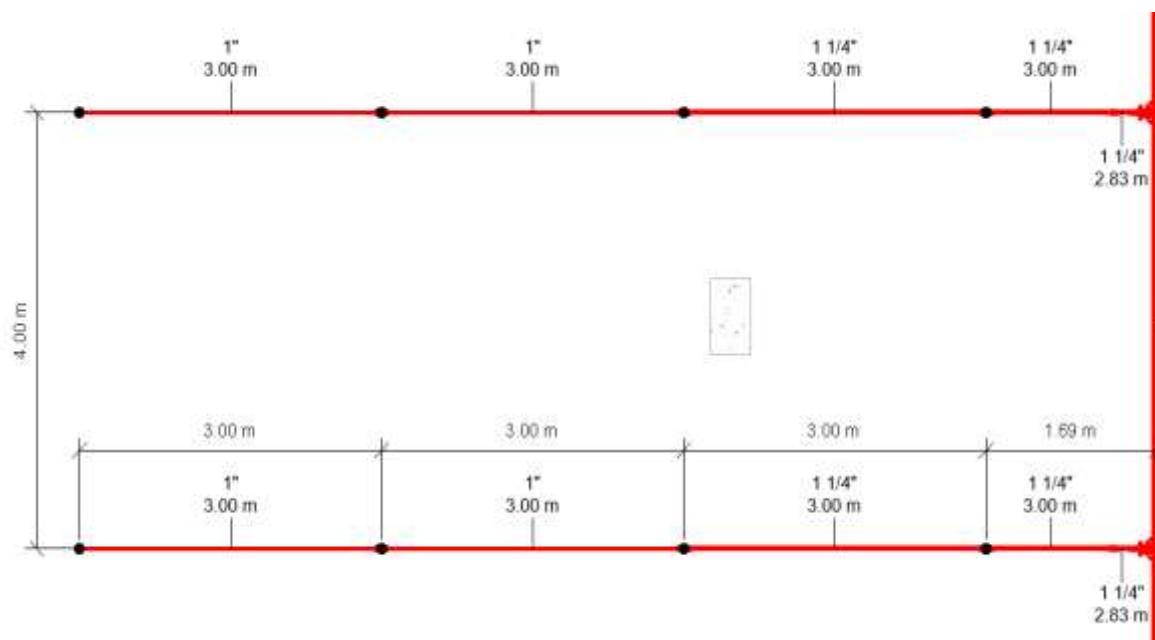


Figura 22

Espaciamiento de rociadores

$$A = S.L$$

**Ar:** Área protegida por cada rociador

**S:** Distancia entre rociadores

**L:** Distancia entre ramales.

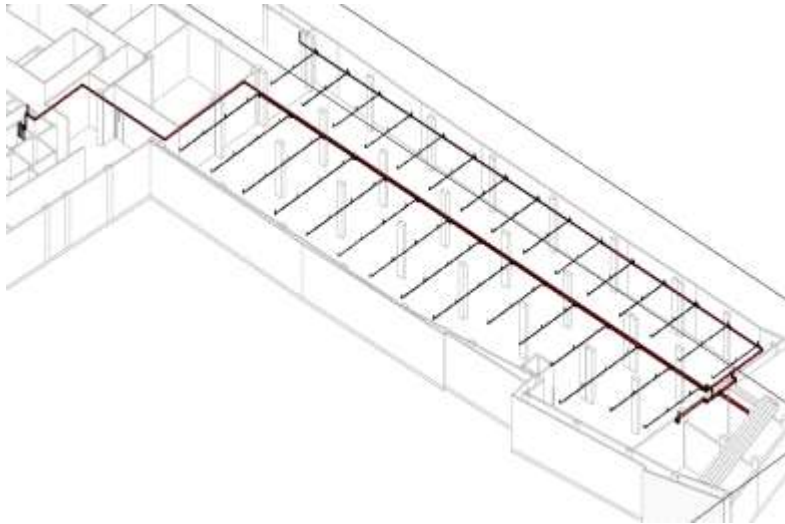
$$Ar = 3m \cdot 4m$$

$$Ar = 12 m^2$$

4.7.3. Paso 3.- Definir el arreglo de Tuberías (Tipo Árbol, anillo o malla).

Figura 23

Sistema tipo árbol del nivel sótano.



4.7.4. Paso 4.- Calcular el caudal de agua por rociador según curva de densidad (d)/área(Ac).

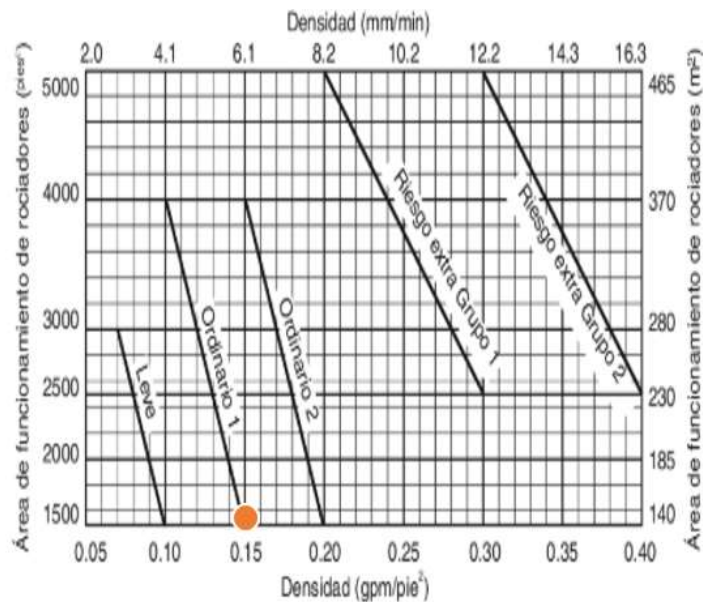
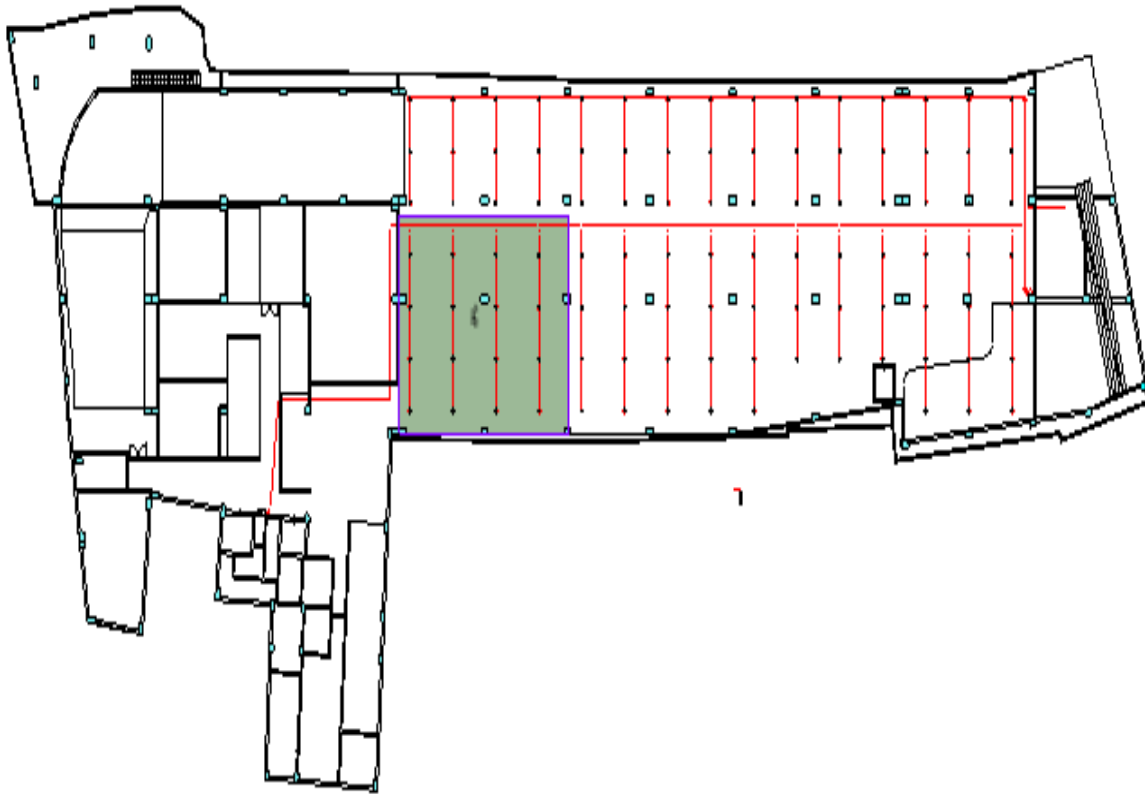


Figura 25.- Curva densidad /área.

$$Caudal\ min.\ rociador = 130\ pies^2 \times 0.15 \frac{gpm}{pie^2} = 19.5\ gpm$$

**4.7.5. Paso 5.- Definir el área hidráulicamente más demandante según grafico Ac.**



Área crítica del Sótano = 139 m<sup>2</sup> ≈ 1500 ft<sup>2</sup>

**4.7.6. Paso 6.- Calcular el número y ubicación de rociadores abiertos en dicha área.**

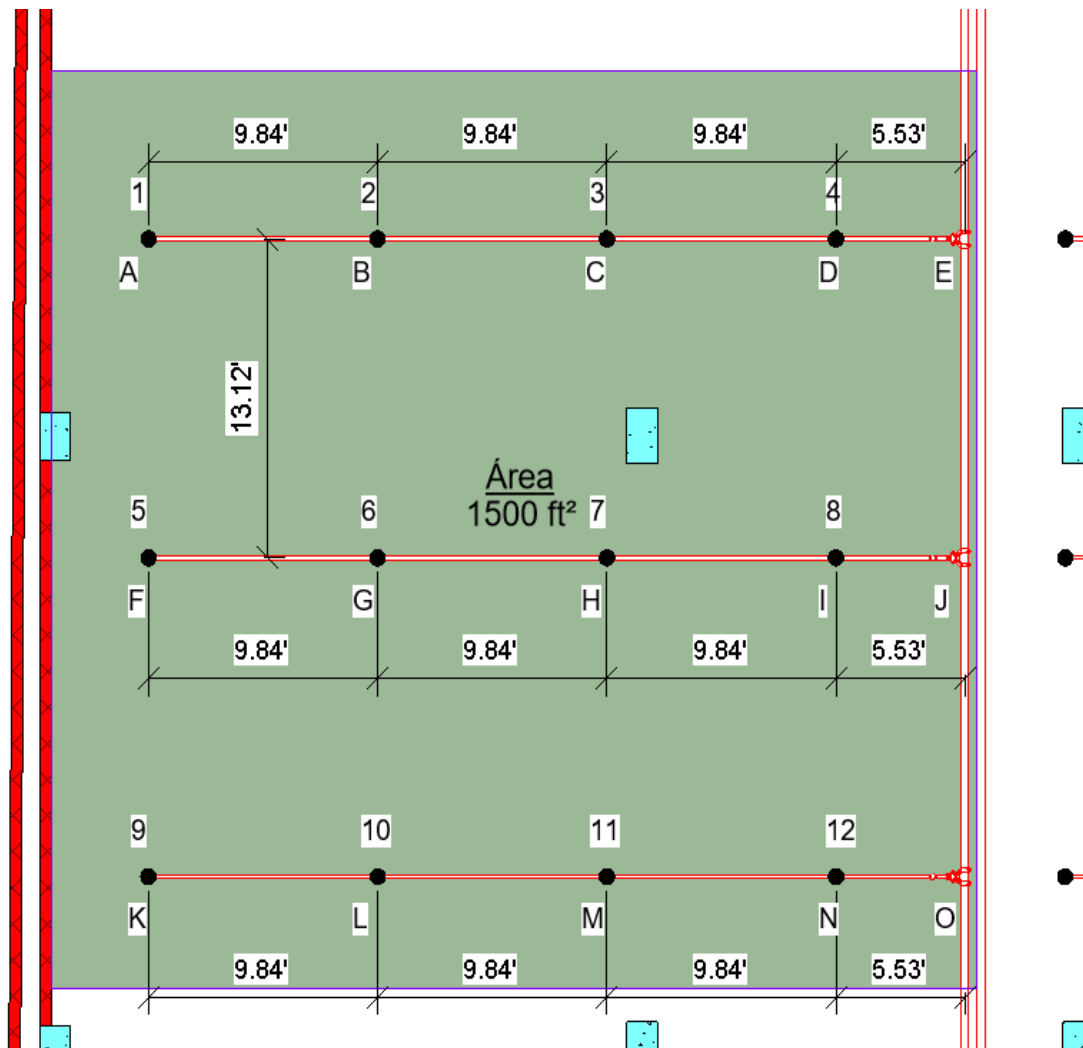
Nº de rociadores = Área de operación / cobertura por rociador

$$\text{Nº de rociadores} = \frac{1500 \text{ ft}^2}{130 \text{ ft}^2} = 11.53 \approx 12 \text{ rociadores}$$

**4.7.7. Paso 7.- Calcular la cantidad de rociadores por ramal.**

Cálculo de rociadores por ramal, esto se realizará de la forma siguiente:

$$\text{Cant.} \frac{\text{rociadores}}{\text{ramal}} = \frac{1.2 * \sqrt{1500}}{(12+1)} = 3.58 \approx 4 \text{ rociadores/ramal}$$



### 4.7.8. Paso 8- Comenzar el calculo hidráulico con el rociador más remoto.

Se tiene un factor  $K$  de  $5.6 \text{ gpm}/\text{psi}^{1/2}$  y un caudal de  $19.5 \text{ gpm}$ , por lo que se tiene:

$$Presion = \left( \frac{19.5 \text{ gpm}}{\frac{5.6 \text{ gpm}}{\text{psi}^{1/2}}} \right)^2 = 12.13 \text{ psi}$$

**Tabla 16**

Requisitos para la asignación de chorros de mangueras y de duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente.

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
	gpm	L/m	gpm	L/m	
Riesgo leve	0.50 ó 100	0.189 ó 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0.50 ó 100	0.189 ó 379	250	946	60 - 90
Riesgo extra	0.50 ó 100	0.189 ó 379	500	1893	90 - 120

Tabla 15.- Memoria de cálculo hidráulico según el método Área/Densidad.

Nodo	Caudal	Diametro (mm)	Accesorios	Longitud equivalente	Pérdida de presión	Perdida de carga	Presión normal	Notas K= 5.6 D=0.15gpm/ft2 S= 10ftx13ft= 130R2
L1	q			L 10 ft		Pt 12.10	Pt	$Q=130 \times 0.15 = 19.5 \text{ gpm}$ $P = (19.5/5.6)^2 = 12.1 \text{ psi} (0.83 \text{ bar})$
A B		1	*	F 0	C= 120	$F = L \times \frac{4.52Q^{0.85}}{(C^{1.13}d^{4.75})}$	Pv	
	Q (gpm) 19.50	25	mm	T 10 ft		Pf 1.568	Pn	
B C	q 20.70	1	*	L 10 ft		Pt 13.668	Pt	$q = K * \sqrt{P}$ $q = 5.6 \times (13.668)^{0.5}$
				F 0	C= 120	Pe	Pv	
	Q (gpm) 40.20	25	mm	T 10 ft		Pf 5.978	Pn	

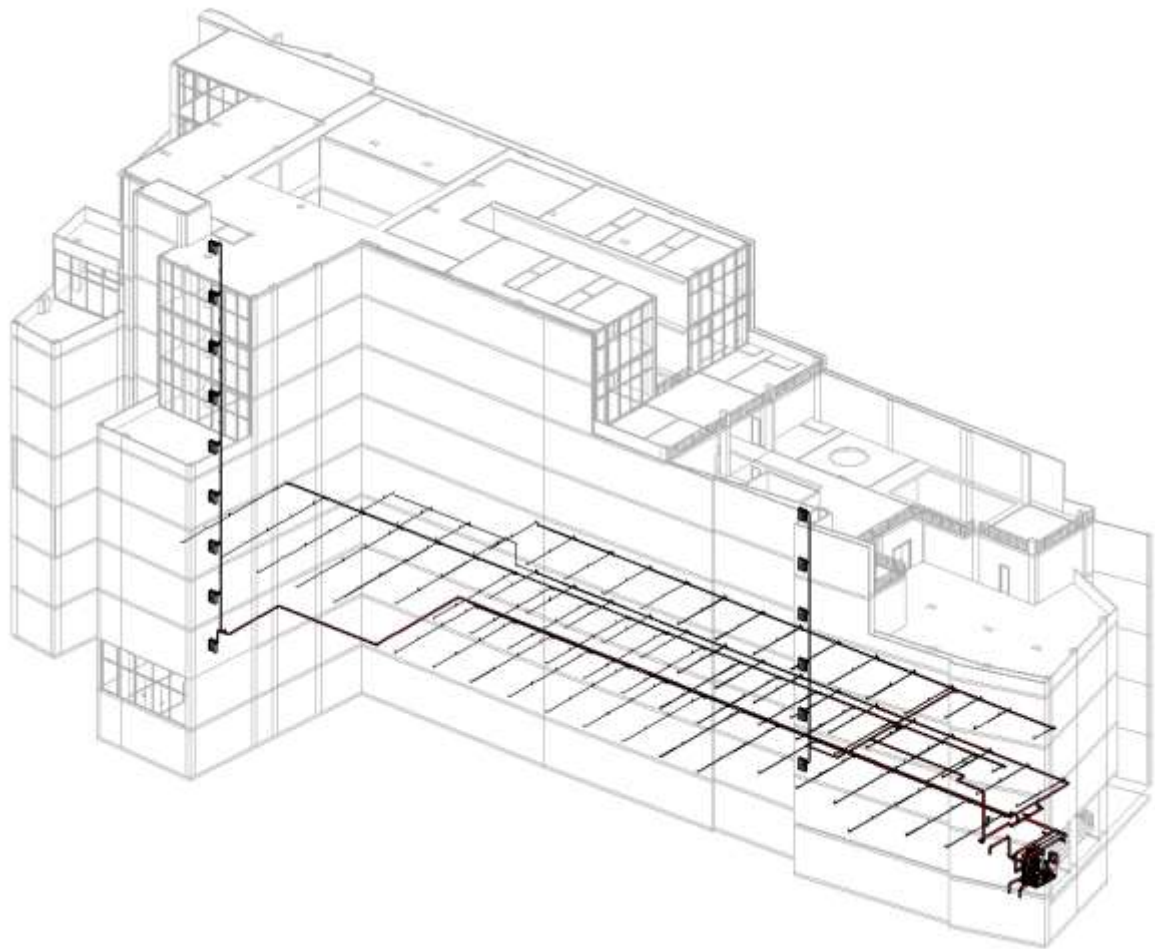
I J		4	*	2 codo 45 4	F 79	C= 120	Pe 12.286	Pv	q= gabinete 250gpm en riser
	Q (gpm) 650.63	100	mm	1 tee 17	T 431.8 ft		Pf 52.065	Pn	
				1 GV 2					
				1 check 22					
I J	q	6	*	3 codo 14	L 24.27 ft		Pt 105.839	Pt	
				1 tee 25	F 102	C= 120	Pe	Pv	
	Q (gpm) 650.63	150	mm	1 GV 3	T 126.3 ft		Pf 2.114	Pn	
				1 check 32					
							Pt 107.953	Psi	

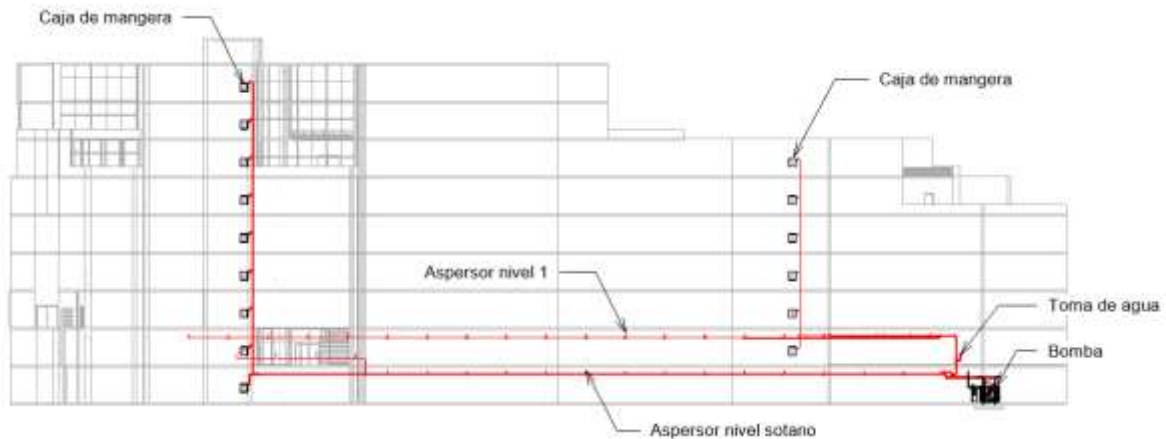
caudal final de sistema de 650 gpm con una presión de 108 psi.

#### 4.7.9. Paso 9.- Definir los diámetros de tubería en cada ramal.

**Figura 12**

*Sistema contra incendios general*





Vista vertical del sistema contra incendios

### 4.7.10. Paso 10.- Cálculo de la bomba.







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

FUENTE: National Fire Protection Association / NFPA 20

Para un caudal de 650 gpm se usará una bomba certificada de 750 gpm con un diámetro de succión de 6" y de carga de 5".

**Figura 30**  
datos técnicos de la bomba

**50 Hz n=2900 1/min**

	Q	H	Electric/Eléctrico/Électrique		Diesel/Diésel/Diesel	Jockey/Jockey/Jockey	
			Option 1 Close coupled Coplado remoto Couplage étroit	Option 2 Separate coupled Acoplado separado Séparé couplé	Coupling type Tipo acoplado Type d'acoplément	Option 1 Plastic impeller Impulsor plástico Roue plastique	Option 2 SS304 impeller Impulsor inox304 Roue inox304
	GPM	Bar					
BEDJ 500/14-125-125-15	500	14	BST 65-315/900 125HP	BSM 65-315/900 125HP	BSD 65-315/900 125HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 12-14 15HP
BEDJ 750/7-60-61-10	750	6-7	BST 80-250/450 60HP	BSM 80-250/450 60HP	BSD 80-250/450 61HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/8-75-75-10	750	8	BST 80-250/550 75HP	BSM 80-250/550 75HP	BSD 80-250/550 75HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/9-100-100-10	750	9	-	BSM 80-250/750 100HP	BSD 80-250/750 100HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 16-8 10HP
BEDJ 750/11-100-100-12	750	10-11	BST 80-315/750 100HP	BSM 80-315/750 100HP	BSD 80-315/750 100HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 16-10 15HP
BEDJ 750/13-125-125-15	750	12-13	BST 80-315/900 125HP	BSM 80-315/900 125HP	BSD 80-315/900 125HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 16-12 15HP
BEDJ 750/14-150-150-15	750	14	-	BSM 80-315/1100 150HP	BSD 80-315/1100 150HP	BV 30×11/15HP	BVT(S) 16-14 20HP
BEDJ 1000/8-100-100-10	1000	8	BST 100-250/750 100HP	BSM 100-250/750 100HP	BSD 100-250/750 100HP	BV 30×7/10HP	BVT(S) 20-8 15HP
BEDJ 1000/9-125-125-12	1000	9	BST 100-250/900 125HP	BSM 100-250/900 125HP	BSD 100-250/900 125HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 20-10 15HP
BEDJ 1000/11-150-150-12	1000	10-11	BST 100-315/1100 150HP	BSM 100-315/1100 150HP	BSD 100-315/1100 150HP	BV 30×9/12HP	BVT(S) 20-10 15HP

Se tendrá una bomba de BEDJ 750/8-75-75-10 el cual es una bomba principal de 750gpm, con una presión de 8bar y una potencia de 75 HP y una bomba jockey de 10HP.

#### 4.7.11. Paso 11.- Definir capacidad de la cisterna de agua

$$V_{Tanque} = Q * T \dots \dots \dots (9)$$

Donde: Q: Caudal T:Tiempo

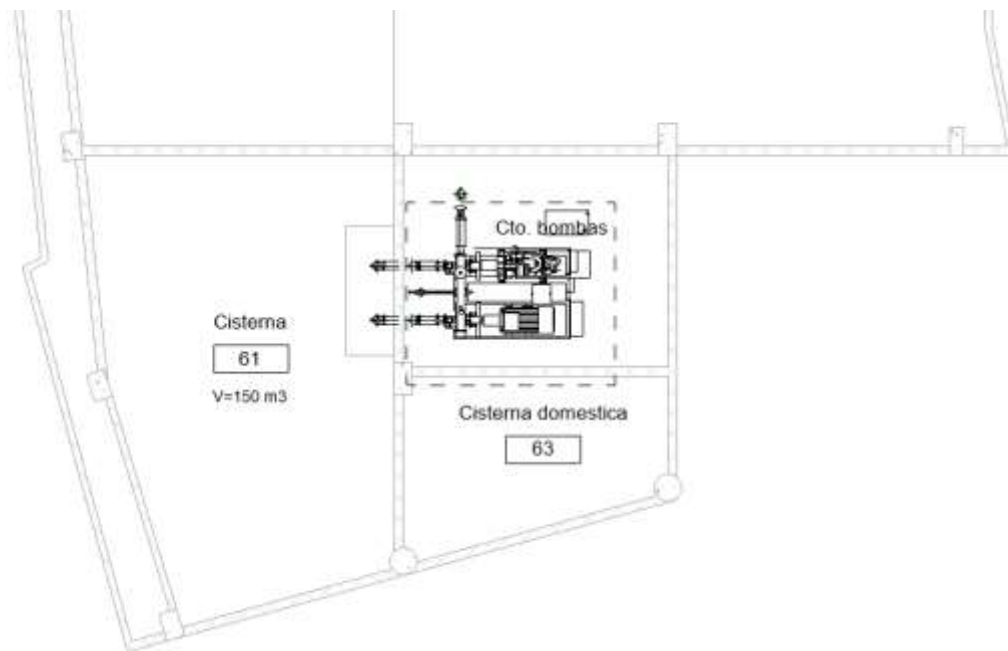
Entonces:  $V_{Tanque} = 650 \text{ galmin} * 60 \text{ min}$

$V_{Tanque} = 39,000 \text{ gal} = 147.63 \text{ m}^3$

según NFPA 13 tomaremos **150 m<sup>3</sup>** como volumen de tanque cisterna de reserva.

**Figura 31**

*Ubicación del tanque cisterna en el sótano*



#### **4.8. ESTIMAR LAS MEJORAS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO USANDO LAS NORMATIVAS NACIONAL E INTERNACIONAL PARA GARANTIZAR EL ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO ANTE UN EVENTO DE INCENDIO EN EL CENTRO COMERCIAL**

Se tiene en físico una bomba de 500 gpm y 60 hp sin una bomba jockey, el cual para la edificación actual cumple.

Según calculo se recomienda para una vez culminado los 8 pisos de la edificación realizar el cambio a una bomba principal de 750gpm, con una presión de 8bar y una potencia de 75 HP y una bomba jockey de 10HP.

Descripción	existente	calculado	observación
Tipo de Sistema	húmedo	húmedo	cumple
Sistema extinción	Rociadores, manguera y extintores	Rociadores, manguera y extintores	Cumple según cada area
Tipo de tubería	Tubería de acero negro	Tubería de acero negro	Cumple según el calculo
Tipo de rociador	rociador de respuesta rápida	rociador de respuesta rápida	Cumple según el calculo
Caudal max.	500 gpm	650 gpm	Cumple parcialmente
Presión max.	95 psi	108 psi	Cumple parcialmente
Capacidad de tanque cisterna	150 M3	150 M3	Cumple



Bomba actual



Bomba Sugerida



## 4.9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Marquet de Juliaca evidencian la necesidad de mejoras en el diseño, instalación y mantenimiento del sistema. A continuación, se comparan estos hallazgos con investigaciones previas a nivel internacional, nacional y local.

Molano & Rodríguez (2017) desarrollaron un estudio sobre la implementación de un sistema integral de protección contra incendios en una institución académica, considerando normativas locales e internacionales. Se evidenció que el sistema de protección existente no contaba con una red de gabinetes operativa las 24 horas, ni con un flujo constante de agua en las tuberías.

Comparación con los resultados del estudio:

De manera similar, en el centro comercial Mia Marquet, se identificaron deficiencias en la presión y caudal del agua del sistema contra incendios, lo que compromete su eficiencia en caso de emergencia. La falta de mantenimiento y el incumplimiento de estándares NFPA también fueron aspectos en común. Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar sistemas de monitoreo continuo y de asegurar la operatividad de los equipos de extinción, tal como se propuso en el estudio de Molano & Rodríguez.

Mendoza Bruno (2014) diseñó un sistema de protección contra incendios para un patio de tanques de almacenamiento de diésel en la Unidad Minera Toquepala, abordando cálculos hidráulicos y la integración de sistemas de agua-espuma. Su estudio destacó la importancia del cumplimiento de la normativa NFPA y DS 052-93-EM, asegurando un nivel adecuado de seguridad.

Comparación con los resultados del estudio:

En el caso del centro comercial Mia Marquet, la evaluación reveló que el sistema actual no cumple con los requerimientos mínimos establecidos en la NFPA 13 y la Norma A130 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. La falta de una red de rociadores bien distribuida y la insuficiente presión en la red hidráulica son deficiencias que también



fueron identificadas en la investigación de Mendoza Bruno. La recomendación de reforzar el abastecimiento de agua y mejorar el sistema de bombeo se alinea con las soluciones aplicadas en la Unidad Minera Toquepala, destacando la relevancia de la correcta implementación de normativas para garantizar la seguridad estructural y operativa.

La investigación de Churata Huallpachoque (2024) sobre el diseño de un sistema contra incendios para el comedor universitario de la Universidad Nacional del Altiplano evaluó riesgos de ocupación y propuso un sistema de rociadores basado en tuberías de acero negro al carbono. Se calcularon caudales y presiones óptimas, seleccionando una bomba principal de 80 hp con una bomba jockey de respaldo.

Comparación con los resultados del estudio:

El centro comercial Mia Marquet también presentó deficiencias en la capacidad de almacenamiento de agua y en la selección de bombas para garantizar una presión adecuada. En línea con el estudio de Churata, se propone la instalación de un tanque de almacenamiento de mayor capacidad y una red de bombeo dimensionada para garantizar un flujo de agua constante. Además, la propuesta de optimizar la distribución de los rociadores en áreas críticas, como almacenes y zonas de alta concurrencia, coincide con los hallazgos locales que resaltan la importancia de diseñar sistemas eficientes según la clasificación de riesgo.



## CONCLUSIONES

PRIMERA.- La evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua en el centro comercial Mia Marquet de Juliaca evidenció deficiencias en el diseño, instalación y mantenimiento del sistema. Se identificaron problemas en la presión y caudal del agua, así como en la distribución de los rociadores. La falta de cumplimiento de normativas nacionales e internacionales compromete la seguridad de la infraestructura y sus ocupantes. La optimización del sistema mediante mejoras técnicas garantizará una respuesta efectiva ante emergencias de incendio.

SEGUNDA.- El análisis del sistema hidráulico actual reveló insuficiencias en la presión y caudal del agua, lo que limita la eficiencia del sistema contra incendios. Se detectaron fallas en la distribución de tuberías y deficiencias en los dispositivos de control, afectando la operatividad del sistema. Además, el mantenimiento inadecuado y la falta de pruebas periódicas aumentan el riesgo de fallos en situaciones de emergencia. Se recomienda una evaluación técnica más rigurosa para corregir estas deficiencias y mejorar la seguridad del establecimiento.

TERCERA.- El diseño del nuevo sistema de agua para protección contra incendios fue desarrollado considerando normativas internacionales como la NFPA y normativas nacionales vigentes. Se determinó la necesidad de instalar una red de tuberías optimizada, mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y garantizar una presión adecuada en toda la red. El diseño propuesto busca una cobertura eficiente en zonas críticas del centro comercial, asegurando que el sistema pueda activarse de manera rápida y efectiva en caso de incendio.



CUARTA.- El análisis comparativo de normativas nacionales e internacionales evidenció que el sistema actual presenta incumplimientos en requisitos esenciales, como la cobertura de rociadores, caudal y presión de agua. Se demostró que la adopción de estándares internacionales, como la NFPA 13, optimizaría la seguridad del centro comercial. Implementar estas mejoras permitirá reducir riesgos, garantizar la conformidad con regulaciones y mejorar la capacidad de respuesta ante incendios. La actualización del sistema con base en mejores prácticas internacionales es fundamental para la seguridad estructural y operativa.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo Rigurosamente Planificado Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo regular que incluya inspecciones periódicas y pruebas de operatividad para todos los componentes del sistema de protección contra incendios en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca, en línea con las normativas NFPA y A130. Este programa debe centrarse en verificar la presión y el caudal de agua en los puntos clave del sistema, así como en asegurar que las bombas, tuberías y rociadores estén en óptimas condiciones. La incorporación de un sistema de monitoreo continuo ayudaría a identificar y corregir problemas antes de que afecten la efectividad del sistema.

**SEGUNDA:** Desarrollar un Programa de Capacitación para el Personal de Seguridad y Mantenimiento Es fundamental implementar un programa de capacitación específico para el personal responsable de la seguridad y mantenimiento del sistema de protección contra incendios. Este programa debe enfocarse en el conocimiento y manejo de los distintos componentes del sistema (como hidrantes, estaciones de mangueras y rociadores), así como en procedimientos de respuesta ante incendios y el cumplimiento de protocolos de emergencia. La capacitación regular aumentará la preparación del personal, mejorando la capacidad de respuesta en caso de una emergencia real.

**TERCERA.-** Ajustar el Diseño y Distribución del Sistema de Rociadores para Mejorar la Cobertura Para cumplir plenamente con los requisitos normativos y optimizar la respuesta del sistema ante emergencias, se recomienda realizar un rediseño o ajuste en la disposición de los rociadores y la red de tuberías



en aquellas áreas que actualmente presentan baja cobertura o presión. Este rediseño debe asegurar que todas las áreas de alto riesgo tengan una cobertura adecuada y una presión suficiente para una respuesta efectiva, especialmente en zonas de almacenamiento y cocinas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Molano Pinzón, J. A., & Rodriguez Leguizamón, L. F. (2017). Diseño Del Sistema Contra Incendios De Extinción Y Detección Para La Facultad Tecnológica De La Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Conforme A La Norma Nfpa Y La Nsr-10. Bogotá, Colombia.
- Flores Padilla, C. E., (2018). Diseño De Un Sistema De Agua Contra Incendio Para El Centro Comercial Batan Shopping Perteneciente A La Empresa Piedra Huasi S.A. [Tesis de Posgrado, Universidad del Azuay - Ecuador].
- Anchundia, F., Nieto, A., & Ocaña, E. (2011). Diseño de un sistema de protección contra incendio en una planta envasadora de gas licuado de petróleo.
- Mendoza Bruno, L. E. (2014). Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel 85 - Unidad Minera Toquepala
- Franciosi, J.J., & Vidarte, A.M. (2020). Propuesta de guía para la elaboración de una memoria de cálculo de sistemas de agua contra incendio. Revista Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, 7(2), 113-120.
- Paytan Huamani, L. R. (2019). Diseño de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos para la empresa Tarrillo Barba S.A. Lima - Perú
- Vivas Apaza, J. A. (2022). Diseño de un sistema automatizado SCADA aplicado a la seguridad del sistema contra incendios de la empresa Electro Puno S.A.A. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Fernández Choque, W. P. (2016). Evaluación de Riesgos de la Infraestructura de la Universidad Alas Peruanas Filial Juliaca con Fines de Acreditación [Tesis de grado, Universidad Alas Peruanas].
- Chavarria Chavez J. M. & Garrido Liñan G. L. (2021). Diseño de un Sistema Contra Incendio por Tubería Húmeda para la Sala de Cables del Edificio de Control de



la Planta de Tratamiento del Agua de Mar de Refinería Talara. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Callao].

National Fire Protection Association NFPA 13, (2013). Norma para la instalación de sistema de rociadores.

National Fire Protection Association NFPA NFPA 15, (2007). Norma para sistemas fijos de aspersores de agua para protección contra incendio.

National Fire Protection Association NFPA NFPA 20, (2007). Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendio.

RNE, NORMA TECNICA A 130 (2012), Reglamento Nacional de Edificaciones Norma técnica A 130, requisito de seguridad.

Niño Velandia, Camilo Andres. (2011). Diagnostico de los Sistemas de Proteccion Contra Incendios en Edificaciones. Bucaramanga - Colombia.

Mataix, Claudio (1993). Mecánica de Fluidos y Maquinarias Hidráulicas. Segunda Edición. Madrid Castillo S.A.

Mott, Robert L. (2006). Mecánica de Fluidos. Sexta Edición. MEXICO: PEARSON, 2006.

Crespo, A. (2006). Mecánica de Fluidos. Mexico: Thompson.

Carson, W. (2008). Sistema de Protección Contra Incendio Manual para Inspecciones, pruebas y mantenimiento. Mexico: Thompson.

Valderrama Mendoza, Santiago (2015). Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica. Quinta Edición: Lima San Marcos 2015.

Nathalie Torero S. de M.; Suarez Vega, E. & Martel Carranza CH. P. Manual para Iniciarse en el Campo de la Investigación Científica. Editorial: Instituto Universitario de innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. 2023.



# ANEXOS



ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UN CENTRO COMERCIAL EN LA CIUDAD DE JULIACA 2024

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICES/INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>			
¿Por qué será necesario la evaluación del sistema de protección contra incendios con la normativa nacional e internacional vigente en el centro comercial Mia Plaza en la ciudad de Juliaca?	Evaluar del sistema de protección contra incendios a base de agua para el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca.	El sistema de protección contra incendios a base de agua implementado en el centro comercial Mia Market de la ciudad de Juliaca no cumple de manera óptima con las normativas y estándares de seguridad vigentes, presentando deficiencias en su diseño, instalación o mantenimiento	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> * Variable independiente: El sistema de protección contra incendio a base de agua (características, diseño, instalación y mantenimiento).	Características técnicas del sistema - Cumplimiento normativo - Tiempo de respuesta - Nivel de protección brindado	Enfoque: Cuantitativo Nivel: Explicativo Tipo: Analítico
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>			<b>INSTRUMENTOS</b>
1. ¿Por qué la verificación del sistema hidráulico nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente?	1. verificar el sistema hidráulico que nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente.	1. Una verificación en el sistema hidráulico nos permitirá conocer el estado real del sistema contra incendio a fin de cumplir con los parámetros establecidos en la normativa vigente	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> * Variable dependiente: La efectividad del sistema en la prevención y respuesta ante incendios (medida en terminos de cumplimiento de normativas, tiempo de respuesta y nivel de protección proporcionado).	Conformidad con normativas internacionales y locales Capacidad de cobertura Calidad de los componentes instalados	Revisión documental de normas y especificaciones técnicas. - Inspección in situ del sistema - Simulación de escenarios de incendio.
2. ¿Cuál serán los resultados del cálculo hidráulico del sistema contra incendio y que esta cubrirá la necesidad ante un evento de incendio?	2. Revisar el cálculo hidráulico del sistema contra incendio para que esta cubrirá la necesidad ante un evento de incendio en el centro comercial	2. El cálculo hidráulico del sistema contra incendio será el adecuado para cubrir la necesidad de agua ante un evento de incendio en todo el centro comercial			
3. ¿Cuál será la estimación en las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional y que nos permitirá garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial?	3. Comparar las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional para garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial.	3. La estimación en las mejoras del sistema contra incendio usando las normativas nacional e internacional, nos permitirá garantizar el óptimo funcionamiento ante un evento de incendio en el centro comercial			









## MEMORIA DE CALCULO

### 1.- CÁLCULO HIDRÁULICO

#### Cálculo hidráulico

Nombre del proyecto:

Localización:

Referencia del plano:

Fecha: 10/12/2024

#### Diseño

Referencia del área de operación:

Localización del área de operación: Nivel 4, Nivel 3, Nivel 2, Nivel 1 y SOTANO

Clasificación de la zona: Light Hazard

Densidad de descarga: 3.3 mm/min

Área de operación: 225.51 m<sup>2</sup>

Área protegida media: 9.80 m<sup>2</sup>

Tipo de rociador calculado: Standard sprinkler

Nº de rociadores calculados: 23

Caudal de los rociadores intermedios: --

Caudal de la BIE: 190.0 lpm

Caudal total requerido (incluyendo las BIE): 10.31 bar @ 5035.9 lpm

Tipo de sistema: Sistema húmedo

Volumen del sistema seco o de acción previa: --

#### Datos del suministro de agua

Fecha: 10/12/2024

Localización: SOTANO

Fuente: Bomba centrífuga 60 HP

Nombre del contratista:

Dirección:

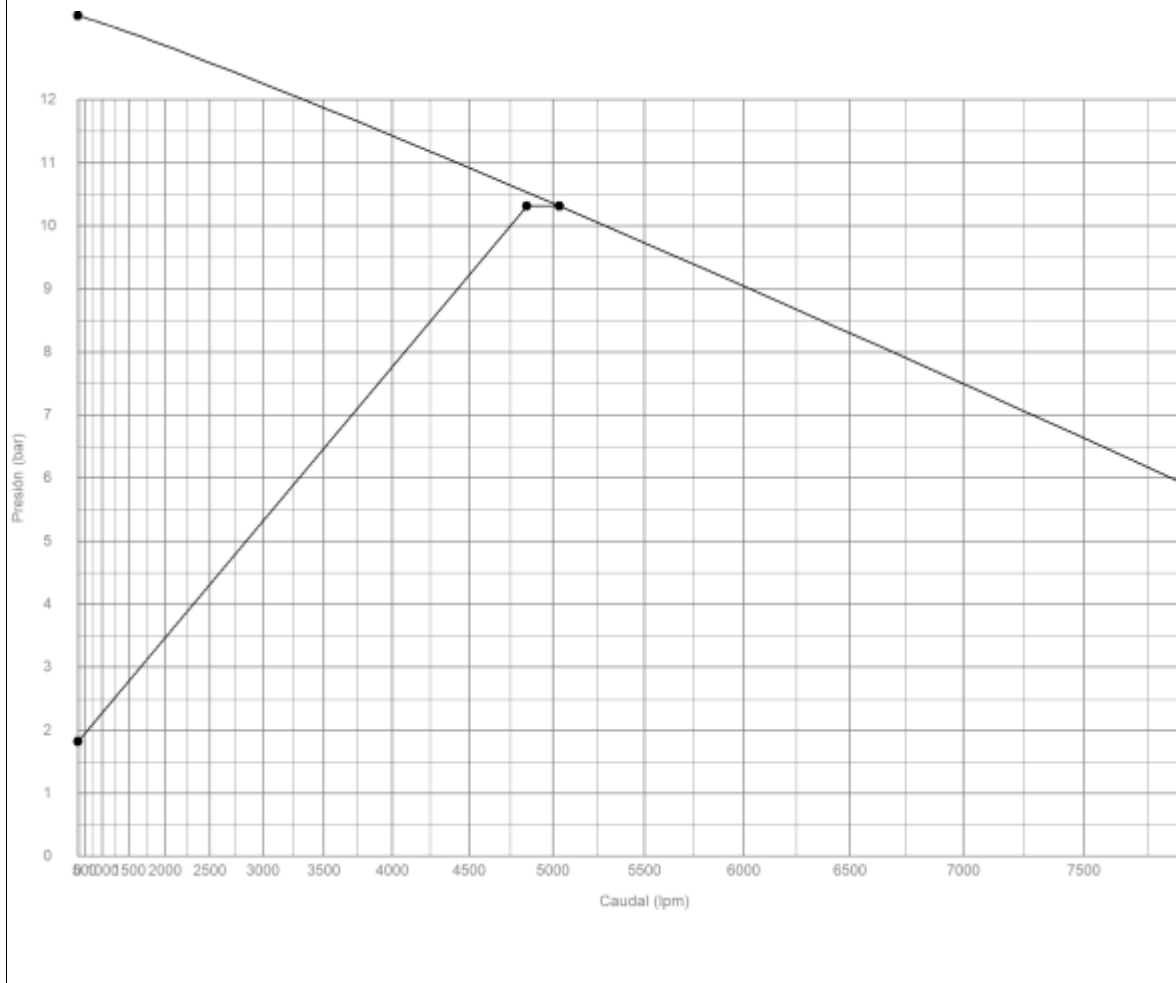
Nº de teléfono:

Nombre del proyectista:

Nombre del supervisor:



### GRÁFICA DE LA INSTALACIÓN N<sup>o</sup> 1.85





## 2.- NUDOS

Nudos				
Nudo	Cota (m)	Tipo	Presión (bar)	Caudal (lpm)
807	-3.90	Salida del grupo de presión	10.28	5035.9
806	-3.90	Entrada al grupo de presión	--	--
805	-3.90	Depósito	--	--
808	-1.20	Nudo de transición	9.98	--
910	-1.20	Montante	9.93	--
908	-1.20	Montante	9.93	--
850	-1.20	Rociador	7.83	223.9
855	-1.20	Rociador	7.82	223.8
856	-1.20	Rociador	7.81	223.6
844	-1.20	Rociador	7.34	216.6
849	-1.20	Rociador	7.28	215.8
848	-1.20	Rociador	7.24	215.2
854	-1.20	Rociador	7.18	214.3
853	-1.20	Rociador	7.17	214.1
858	-1.20	Rociador	7.08	212.9
857	-1.20	Rociador	7.06	212.6
843	-1.20	Rociador	6.89	209.9
847	-1.20	Rociador	6.79	208.4
851	-1.20	Rociador	6.74	207.6
852	-1.20	Rociador	6.73	207.5
668	2.70	Rociador	7.56	220.0
804	2.70	Montante	9.55	--
587	5.85	Boca de incendio equipada	9.10	190.0
517	7.05	Rociador	4.36	167.1
518	7.05	Rociador	4.06	161.1
594	7.05	Montante	9.10	--
586	7.05	Nudo de transición	8.99	--
222	10.85	Rociador	7.34	216.7
223	10.85	Rociador	7.33	216.5
221	10.85	Rociador	6.74	207.7
370	10.85	Montante	8.72	--
150	14.65	Montante	8.35	--
141	14.65	Rociador	7.41	217.7
143	14.65	Rociador	7.32	216.4
140	14.65	Rociador	7.31	216.3

## 3.- TUBERÍAS

Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
144	14.65	145	14.65	0.85	Ø3	0.0	0.00
146	14.65	147	14.65	4.33	Ø3	0.0	0.00
144	14.65	148	14.65	4.16	Ø3	0.0	0.00
150	14.65	149	14.65	6.15	Ø3	650.4	2.27
149	14.65	151	14.65	3.97	Ø3	650.4	2.27
151	14.65	152	14.65	1.04	Ø3	650.3	2.27



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
130	14.65	129	14.65	2.25	Ø1	0.0	0.00
129	14.65	126	14.65	3.73	Ø1	0.0	0.00
126	14.65	125	14.65	1.84	Ø1	0.0	0.00
131	14.65	128	14.65	2.92	Ø1	0.0	0.00
128	14.65	127	14.65	2.88	Ø1	0.0	0.00
127	14.65	124	14.65	1.83	Ø1	0.0	0.00
135	14.65	134	14.65	2.24	Ø1	0.0	0.00
134	14.65	133	14.65	3.93	Ø1	0.0	0.00
136	14.65	137	14.65	2.26	Ø1	0.0	0.00
137	14.65	138	14.65	3.91	Ø1	0.0	0.00
153	14.65	154	14.65	3.65	Ø3	216.4	0.76
153	14.65	141	14.65	1.28	Ø1	217.7	6.50
153	14.65	140	14.65	1.77	Ø1	216.3	6.46
155	14.65	153	14.65	3.47	Ø3	650.3	2.27
138	14.65	155	14.65	1.29	Ø1	0.0	0.00
156	14.65	155	14.65	3.65	Ø3	650.3	2.27
133	14.65	156	14.65	1.28	Ø1	0.0	0.00
157	14.65	156	14.65	4.21	Ø3	650.3	2.27
124	14.65	157	14.65	0.27	Ø1	0.0	0.00
158	14.65	157	14.65	3.49	Ø3	650.3	2.27
125	14.65	158	14.65	0.28	Ø1	0.0	0.00
158	14.65	122	14.65	1.48	Ø1	0.0	0.00
157	14.65	123	14.65	1.48	Ø1	0.0	0.00
156	14.65	132	14.65	1.74	Ø1	0.0	0.00
155	14.65	139	14.65	1.74	Ø1	0.0	0.00
154	14.65	159	14.65	0.69	Ø3	0.0	0.00
142	14.65	154	14.65	1.30	Ø1	0.0	0.00
154	14.65	143	14.65	1.71	Ø1	216.4	6.46
160	14.65	158	14.65	5.25	Ø3	650.3	2.27
118	14.65	160	14.65	2.23	Ø1	0.0	0.00
160	14.65	119	14.65	1.45	Ø1	0.0	0.00
161	14.65	160	14.65	1.80	Ø3	650.3	2.27
117	14.65	161	14.65	2.24	Ø1	0.0	0.00
161	14.65	120	14.65	1.44	Ø1	0.0	0.00
162	14.65	161	14.65	1.75	Ø3	650.3	2.27
116	14.65	162	14.65	2.23	Ø1	0.0	0.00
162	14.65	121	14.65	1.42	Ø1	0.0	0.00
163	14.65	162	14.65	4.11	Ø3	650.3	2.27
115	14.65	163	14.65	2.22	Ø1	0.0	0.00
163	14.65	114	14.65	1.46	Ø1	0.0	0.00
164	14.65	163	14.65	1.75	Ø3	650.3	2.27
112	14.65	164	14.65	2.22	Ø1	0.0	0.00
164	14.65	113	14.65	1.43	Ø1	0.0	0.00
165	14.65	164	14.65	1.77	Ø3	650.3	2.27
111	14.65	165	14.65	2.24	Ø1	0.0	0.00
165	14.65	110	14.65	1.44	Ø1	0.0	0.00
166	14.65	165	14.65	4.17	Ø3	650.3	2.27



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
108	14.65	166	14.65	2.23	Ø1	0.0	0.00
166	14.65	109	14.65	1.44	Ø1	0.0	0.00
167	14.65	166	14.65	1.77	Ø3	650.3	2.27
107	14.65	167	14.65	2.23	Ø1	0.0	0.00
167	14.65	106	14.65	1.43	Ø1	0.0	0.00
168	14.65	167	14.65	1.75	Ø3	650.3	2.27
104	14.65	168	14.65	2.23	Ø1	0.0	0.00
168	14.65	105	14.65	1.44	Ø1	0.0	0.00
169	14.65	168	14.65	4.17	Ø3	650.3	2.27
103	14.65	169	14.65	2.21	Ø1	0.0	0.00
169	14.65	102	14.65	1.46	Ø1	0.0	0.00
170	14.65	169	14.65	1.77	Ø3	650.3	2.27
100	14.65	170	14.65	2.22	Ø1	0.0	0.00
170	14.65	101	14.65	1.43	Ø1	0.0	0.00
171	14.65	170	14.65	1.74	Ø3	650.3	2.27
99	14.65	171	14.65	2.21	Ø1	0.0	0.00
171	14.65	98	14.65	1.42	Ø1	0.0	0.00
172	14.65	171	14.65	3.20	Ø3	650.3	2.27
97	14.65	172	14.65	2.06	Ø1	0.0	0.00
172	14.65	96	14.65	1.59	Ø1	0.0	0.00
173	14.65	172	14.65	1.77	Ø3	650.3	2.27
94	14.65	173	14.65	2.07	Ø1	0.0	0.00
173	14.65	95	14.65	1.59	Ø1	0.0	0.00
174	14.65	173	14.65	1.75	Ø3	650.3	2.27
93	14.65	174	14.65	2.06	Ø1	0.0	0.00
174	14.65	92	14.65	1.60	Ø1	0.0	0.00
175	14.65	174	14.65	4.37	Ø3	650.3	2.27
91	14.65	175	14.65	0.48	Ø1	0.0	0.00
176	14.65	175	14.65	1.95	Ø3	650.3	2.27
90	14.65	176	14.65	2.32	Ø1	0.0	0.00
177	14.65	176	14.65	1.94	Ø3	650.3	2.27
89	14.65	177	14.65	0.49	Ø1	0.0	0.00
178	14.65	177	14.65	1.93	Ø3	650.3	2.27
88	14.65	178	14.65	2.32	Ø1	0.0	0.00
179	14.65	178	14.65	2.41	Ø3	650.3	2.27
85	14.65	179	14.65	2.53	Ø1	0.0	0.00
179	14.65	86	14.65	0.49	Ø1	0.0	0.00
180	14.65	179	14.65	1.47	Ø3	650.3	2.27
87	14.65	180	14.65	2.40	Ø1	0.0	0.00
152	14.65	180	14.65	1.46	Ø3	650.3	2.27
83	14.65	152	14.65	0.49	Ø1	0.0	0.00
152	14.65	84	14.65	2.51	Ø1	0.0	0.00
147	14.65	181	14.65	0.46	Ø3	0.0	0.00
182	14.65	183	14.65	0.16	Ø3	0.0	0.00
3	14.65	182	14.65	2.47	Ø1	0.0	0.00
182	14.65	2	14.65	0.69	Ø1	0.0	0.00
2	14.65	1	14.65	3.16	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
184	14.65	182	14.65	1.79	Ø3	0.0	0.00
4	14.65	184	14.65	2.52	Ø1	0.0	0.00
185	14.65	184	14.65	1.16	Ø3	0.0	0.00
5	14.65	185	14.65	2.46	Ø1	0.0	0.00
186	14.65	185	14.65	0.63	Ø3	0.0	0.00
6	14.65	186	14.65	2.51	Ø1	0.0	0.00
187	14.65	186	14.65	1.78	Ø3	0.0	0.00
7	14.65	187	14.65	2.52	Ø1	0.0	0.00
188	14.65	187	14.65	1.01	Ø3	0.0	0.00
8	14.65	188	14.65	2.47	Ø1	0.0	0.00
189	14.65	188	14.65	0.79	Ø3	0.0	0.00
9	14.65	189	14.65	2.51	Ø1	0.0	0.00
10	14.65	11	14.65	2.96	Ø1	0.0	0.00
190	14.65	189	14.65	2.64	Ø3	0.0	0.00
11	14.65	190	14.65	0.26	Ø1	0.0	0.00
181	14.65	190	14.65	0.81	Ø3	0.0	0.00
12	14.65	181	14.65	2.48	Ø1	0.0	0.00
191	14.65	146	14.65	1.68	Ø3	0.0	0.00
16	14.65	191	14.65	1.84	Ø1	0.0	0.00
191	14.65	15	14.65	1.86	Ø1	0.0	0.00
15	14.65	14	14.65	2.74	Ø1	0.0	0.00
14	14.65	13	14.65	2.95	Ø1	0.0	0.00
192	14.65	191	14.65	2.41	Ø3	0.0	0.00
17	14.65	192	14.65	1.84	Ø1	0.0	0.00
192	14.65	18	14.65	1.85	Ø1	0.0	0.00
19	14.65	20	14.65	2.44	Ø1	0.0	0.00
193	14.65	192	14.65	3.47	Ø3	0.0	0.00
20	14.65	193	14.65	0.95	Ø1	0.0	0.00
22	14.65	21	14.65	2.50	Ø1	0.0	0.00
194	14.65	193	14.65	1.94	Ø3	0.0	0.00
21	14.65	194	14.65	2.31	Ø1	0.0	0.00
23	14.65	24	14.65	2.45	Ø1	0.0	0.00
195	14.65	194	14.65	2.02	Ø3	0.0	0.00
24	14.65	195	14.65	0.95	Ø1	0.0	0.00
26	14.65	25	14.65	2.47	Ø1	0.0	0.00
196	14.65	195	14.65	1.00	Ø3	0.0	0.00
25	14.65	196	14.65	2.33	Ø1	0.0	0.00
27	14.65	28	14.65	2.44	Ø1	0.0	0.00
197	14.65	196	14.65	2.95	Ø3	0.0	0.00
28	14.65	197	14.65	0.93	Ø1	0.0	0.00
197	14.65	29	14.65	2.34	Ø1	0.0	0.00
29	14.65	30	14.65	2.48	Ø1	0.0	0.00
32	14.65	31	14.65	3.07	Ø1	0.0	0.00
198	14.65	197	14.65	2.95	Ø3	0.0	0.00
31	14.65	198	14.65	2.58	Ø1	0.0	0.00
33	14.65	34	14.65	2.47	Ø1	0.0	0.00
199	14.65	198	14.65	1.11	Ø3	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
34	14.65	199	14.65	0.94	Ø1	0.0	0.00
36	14.65	35	14.65	2.96	Ø1	0.0	0.00
200	14.65	199	14.65	1.54	Ø3	0.0	0.00
35	14.65	200	14.65	2.59	Ø1	0.0	0.00
201	14.65	200	14.65	3.12	Ø3	0.0	0.00
37	14.65	201	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
202	14.65	201	14.65	3.77	Ø3	0.0	0.00
38	14.65	202	14.65	0.30	Ø1	0.0	0.00
202	14.65	203	14.65	2.71	Ø1	0.0	0.00
203	14.65	39	14.65	0.85	Ø1	0.0	0.00
204	14.65	202	14.65	3.91	Ø3	0.0	0.00
40	14.65	204	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
204	14.65	42	14.65	2.37	Ø1	0.0	0.00
42	14.65	45	14.65	3.22	Ø1	0.0	0.00
46	14.65	43	14.65	3.22	Ø1	0.0	0.00
205	14.65	204	14.65	1.89	Ø3	0.0	0.00
43	14.65	205	14.65	2.36	Ø1	0.0	0.00
47	14.65	44	14.65	3.23	Ø1	0.0	0.00
206	14.65	205	14.65	1.89	Ø3	0.0	0.00
44	14.65	206	14.65	2.37	Ø1	0.0	0.00
206	14.65	41	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
53	14.65	50	14.65	3.24	Ø1	0.0	0.00
207	14.65	206	14.65	3.92	Ø3	0.0	0.00
50	14.65	207	14.65	2.36	Ø1	0.0	0.00
207	14.65	48	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
54	14.65	51	14.65	3.21	Ø1	0.0	0.00
208	14.65	207	14.65	1.89	Ø3	0.0	0.00
51	14.65	208	14.65	2.36	Ø1	0.0	0.00
55	14.65	52	14.65	3.23	Ø1	0.0	0.00
209	14.65	208	14.65	1.89	Ø3	0.0	0.00
52	14.65	209	14.65	2.36	Ø1	0.0	0.00
209	14.65	49	14.65	0.29	Ø1	0.0	0.00
58	14.65	57	14.65	3.23	Ø1	0.0	0.00
210	14.65	209	14.65	3.82	Ø3	0.0	0.00
57	14.65	210	14.65	2.37	Ø1	0.0	0.00
210	14.65	56	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
59	14.65	60	14.65	3.23	Ø1	0.0	0.00
211	14.65	210	14.65	3.83	Ø3	0.0	0.00
60	14.65	211	14.65	2.36	Ø1	0.0	0.00
211	14.65	61	14.65	0.30	Ø1	0.0	0.00
212	14.65	211	14.65	3.33	Ø3	0.0	0.00
63	14.65	212	14.65	3.98	Ø1	0.0	0.00
212	14.65	62	14.65	0.31	Ø1	0.0	0.00
66	14.65	65	14.65	3.24	Ø1	0.0	0.00
213	14.65	212	14.65	3.73	Ø3	0.0	0.00
65	14.65	213	14.65	2.35	Ø1	0.0	0.00
213	14.65	64	14.65	0.32	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
67	14.65	68	14.65	3.22	Ø1	0.0	0.00
214	14.65	213	14.65	4.34	Ø3	0.0	0.00
68	14.65	214	14.65	2.37	Ø1	0.0	0.00
72	14.65	71	14.65	3.01	Ø1	0.0	0.00
215	14.65	214	14.65	8.33	Ø3	0.0	0.00
71	14.65	215	14.65	2.53	Ø1	0.0	0.00
215	14.65	70	14.65	1.95	Ø1	0.0	0.00
145	14.65	215	14.65	2.58	Ø3	0.0	0.00
69	14.65	145	14.65	1.96	Ø1	0.0	0.00
145	14.65	74	14.65	2.53	Ø1	0.0	0.00
74	14.65	73	14.65	3.04	Ø1	0.0	0.00
148	14.65	151	14.65	4.09	Ø3	0.0	0.00
148	14.65	216	14.65	2.41	Ø1	0.0	0.00
82	14.65	81	14.65	4.33	Ø1	0.0	0.00
217	14.65	218	14.65	2.45	Ø1	0.0	0.00
81	14.65	217	14.65	1.34	Ø1	0.0	0.00
79	14.65	80	14.65	4.30	Ø1	0.0	0.00
219	14.65	217	14.65	2.57	Ø1	0.0	0.00
80	14.65	219	14.65	1.36	Ø1	0.0	0.00
78	14.65	77	14.65	2.60	Ø1	0.0	0.00
77	14.65	76	14.65	3.35	Ø1	0.0	0.00
220	14.65	219	14.65	3.28	Ø1	0.0	0.00
76	14.65	220	14.65	2.19	Ø1	0.0	0.00
216	14.65	220	14.65	2.57	Ø1	0.0	0.00
75	14.65	216	14.65	2.20	Ø1	0.0	0.00
364	10.85	365	10.85	0.85	Ø3	640.9	2.24
366	10.85	367	10.85	4.33	Ø3	640.9	2.24
368	10.85	364	10.85	4.16	Ø3	640.9	2.24
370	10.85	369	10.85	6.15	Ø3	640.9	2.24
369	10.85	371	10.85	3.97	Ø3	640.9	2.24
371	10.85	372	10.85	1.04	Ø3	0.0	0.00
350	10.85	349	10.85	2.25	Ø1	0.0	0.00
349	10.85	346	10.85	3.73	Ø1	0.0	0.00
346	10.85	345	10.85	1.84	Ø1	0.0	0.00
351	10.85	348	10.85	2.92	Ø1	0.0	0.00
348	10.85	347	10.85	2.88	Ø1	0.0	0.00
347	10.85	344	10.85	1.83	Ø1	0.0	0.00
355	10.85	354	10.85	2.24	Ø1	0.0	0.00
354	10.85	353	10.85	3.93	Ø1	0.0	0.00
356	10.85	357	10.85	2.26	Ø1	0.0	0.00
357	10.85	358	10.85	3.91	Ø1	0.0	0.00
373	10.85	374	10.85	3.65	Ø3	0.0	0.00
361	10.85	373	10.85	1.28	Ø1	0.0	0.00
373	10.85	360	10.85	1.77	Ø1	0.0	0.00
375	10.85	373	10.85	3.47	Ø3	0.0	0.00
358	10.85	375	10.85	1.29	Ø1	0.0	0.00
376	10.85	375	10.85	3.65	Ø3	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
353	10.85	376	10.85	1.28	Ø1	0.0	0.00
377	10.85	376	10.85	4.21	Ø3	0.0	0.00
344	10.85	377	10.85	0.27	Ø1	0.0	0.00
378	10.85	377	10.85	3.49	Ø3	0.0	0.00
345	10.85	378	10.85	0.28	Ø1	0.0	0.00
378	10.85	342	10.85	1.48	Ø1	0.0	0.00
377	10.85	343	10.85	1.48	Ø1	0.0	0.00
376	10.85	352	10.85	1.74	Ø1	0.0	0.00
375	10.85	359	10.85	1.74	Ø1	0.0	0.00
374	10.85	379	10.85	0.69	Ø3	0.0	0.00
362	10.85	374	10.85	1.30	Ø1	0.0	0.00
374	10.85	363	10.85	1.71	Ø1	0.0	0.00
380	10.85	378	10.85	5.25	Ø3	0.0	0.00
338	10.85	380	10.85	2.23	Ø1	0.0	0.00
380	10.85	339	10.85	1.45	Ø1	0.0	0.00
381	10.85	380	10.85	1.80	Ø3	0.0	0.00
337	10.85	381	10.85	2.24	Ø1	0.0	0.00
381	10.85	340	10.85	1.44	Ø1	0.0	0.00
382	10.85	381	10.85	1.75	Ø3	0.0	0.00
336	10.85	382	10.85	2.23	Ø1	0.0	0.00
382	10.85	341	10.85	1.42	Ø1	0.0	0.00
383	10.85	382	10.85	4.11	Ø3	0.0	0.00
335	10.85	383	10.85	2.22	Ø1	0.0	0.00
383	10.85	334	10.85	1.46	Ø1	0.0	0.00
384	10.85	383	10.85	1.75	Ø3	0.0	0.00
332	10.85	384	10.85	2.22	Ø1	0.0	0.00
384	10.85	333	10.85	1.43	Ø1	0.0	0.00
385	10.85	384	10.85	1.77	Ø3	0.0	0.00
331	10.85	385	10.85	2.24	Ø1	0.0	0.00
385	10.85	330	10.85	1.44	Ø1	0.0	0.00
386	10.85	385	10.85	4.17	Ø3	0.0	0.00
328	10.85	386	10.85	2.23	Ø1	0.0	0.00
386	10.85	329	10.85	1.44	Ø1	0.0	0.00
387	10.85	386	10.85	1.77	Ø3	0.0	0.00
327	10.85	387	10.85	2.23	Ø1	0.0	0.00
387	10.85	326	10.85	1.43	Ø1	0.0	0.00
388	10.85	387	10.85	1.75	Ø3	0.0	0.00
324	10.85	388	10.85	2.23	Ø1	0.0	0.00
388	10.85	325	10.85	1.44	Ø1	0.0	0.00
389	10.85	388	10.85	4.17	Ø3	0.0	0.00
323	10.85	389	10.85	2.21	Ø1	0.0	0.00
389	10.85	322	10.85	1.46	Ø1	0.0	0.00
390	10.85	389	10.85	1.77	Ø3	0.0	0.00
320	10.85	390	10.85	2.22	Ø1	0.0	0.00
390	10.85	321	10.85	1.43	Ø1	0.0	0.00
391	10.85	390	10.85	1.74	Ø3	0.0	0.00
319	10.85	391	10.85	2.21	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
391	10.85	318	10.85	1.42	Ø1	0.0	0.00
392	10.85	391	10.85	3.20	Ø3	0.0	0.00
317	10.85	392	10.85	2.06	Ø1	0.0	0.00
392	10.85	316	10.85	1.59	Ø1	0.0	0.00
393	10.85	392	10.85	1.77	Ø3	0.0	0.00
314	10.85	393	10.85	2.07	Ø1	0.0	0.00
393	10.85	315	10.85	1.59	Ø1	0.0	0.00
394	10.85	393	10.85	1.75	Ø3	0.0	0.00
313	10.85	394	10.85	2.06	Ø1	0.0	0.00
394	10.85	312	10.85	1.60	Ø1	0.0	0.00
395	10.85	394	10.85	4.37	Ø3	0.0	0.00
311	10.85	395	10.85	0.48	Ø1	0.0	0.00
396	10.85	395	10.85	1.95	Ø3	0.0	0.00
310	10.85	396	10.85	2.32	Ø1	0.0	0.00
397	10.85	396	10.85	1.94	Ø3	0.0	0.00
309	10.85	397	10.85	0.49	Ø1	0.0	0.00
398	10.85	397	10.85	1.93	Ø3	0.0	0.00
308	10.85	398	10.85	2.32	Ø1	0.0	0.00
399	10.85	398	10.85	2.41	Ø3	0.0	0.00
305	10.85	399	10.85	2.53	Ø1	0.0	0.00
399	10.85	306	10.85	0.49	Ø1	0.0	0.00
400	10.85	399	10.85	1.47	Ø3	0.0	0.00
307	10.85	400	10.85	2.40	Ø1	0.0	0.00
372	10.85	400	10.85	1.46	Ø3	0.0	0.00
303	10.85	372	10.85	0.49	Ø1	0.0	0.00
372	10.85	304	10.85	2.51	Ø1	0.0	0.00
367	10.85	401	10.85	0.46	Ø3	640.9	2.24
402	10.85	403	10.85	0.16	Ø3	0.0	0.00
402	10.85	223	10.85	2.47	Ø1	216.5	6.46
402	10.85	222	10.85	0.69	Ø1	424.4	12.67
222	10.85	221	10.85	3.16	Ø1	207.7	6.20
404	10.85	402	10.85	1.79	Ø3	640.9	2.24
224	10.85	404	10.85	2.52	Ø1	0.0	0.00
405	10.85	404	10.85	1.16	Ø3	640.9	2.24
225	10.85	405	10.85	2.46	Ø1	0.0	0.00
406	10.85	405	10.85	0.63	Ø3	640.9	2.24
226	10.85	406	10.85	2.51	Ø1	0.0	0.00
407	10.85	406	10.85	1.78	Ø3	640.9	2.24
227	10.85	407	10.85	2.52	Ø1	0.0	0.00
408	10.85	407	10.85	1.01	Ø3	640.9	2.24
228	10.85	408	10.85	2.47	Ø1	0.0	0.00
409	10.85	408	10.85	0.79	Ø3	640.9	2.24
229	10.85	409	10.85	2.51	Ø1	0.0	0.00
230	10.85	231	10.85	2.96	Ø1	0.0	0.00
410	10.85	409	10.85	2.64	Ø3	640.9	2.24
231	10.85	410	10.85	0.26	Ø1	0.0	0.00
401	10.85	410	10.85	0.81	Ø3	640.9	2.24



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
232	10.85	401	10.85	2.48	Ø1	0.0	0.00
411	10.85	366	10.85	1.68	Ø3	640.9	2.24
236	10.85	411	10.85	1.84	Ø1	0.0	0.00
411	10.85	235	10.85	1.86	Ø1	0.0	0.00
235	10.85	234	10.85	2.74	Ø1	0.0	0.00
234	10.85	233	10.85	2.95	Ø1	0.0	0.00
412	10.85	411	10.85	2.41	Ø3	640.9	2.24
237	10.85	412	10.85	1.84	Ø1	0.0	0.00
412	10.85	238	10.85	1.85	Ø1	0.0	0.00
239	10.85	240	10.85	2.44	Ø1	0.0	0.00
413	10.85	412	10.85	3.47	Ø3	640.9	2.24
240	10.85	413	10.85	0.95	Ø1	0.0	0.00
242	10.85	241	10.85	2.50	Ø1	0.0	0.00
414	10.85	413	10.85	1.94	Ø3	640.9	2.24
241	10.85	414	10.85	2.31	Ø1	0.0	0.00
243	10.85	244	10.85	2.45	Ø1	0.0	0.00
415	10.85	414	10.85	2.02	Ø3	640.9	2.24
244	10.85	415	10.85	0.95	Ø1	0.0	0.00
246	10.85	245	10.85	2.47	Ø1	0.0	0.00
416	10.85	415	10.85	1.00	Ø3	640.9	2.24
245	10.85	416	10.85	2.33	Ø1	0.0	0.00
247	10.85	248	10.85	2.44	Ø1	0.0	0.00
417	10.85	416	10.85	2.95	Ø3	640.9	2.24
248	10.85	417	10.85	0.93	Ø1	0.0	0.00
417	10.85	249	10.85	2.34	Ø1	0.0	0.00
249	10.85	250	10.85	2.48	Ø1	0.0	0.00
252	10.85	251	10.85	3.07	Ø1	0.0	0.00
418	10.85	417	10.85	2.95	Ø3	640.9	2.24
251	10.85	418	10.85	2.58	Ø1	0.0	0.00
253	10.85	254	10.85	2.47	Ø1	0.0	0.00
419	10.85	418	10.85	1.11	Ø3	640.9	2.24
254	10.85	419	10.85	0.94	Ø1	0.0	0.00
256	10.85	255	10.85	2.96	Ø1	0.0	0.00
420	10.85	419	10.85	1.54	Ø3	640.9	2.24
255	10.85	420	10.85	2.59	Ø1	0.0	0.00
421	10.85	420	10.85	3.12	Ø3	640.9	2.24
257	10.85	421	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
422	10.85	421	10.85	3.77	Ø3	640.9	2.24
258	10.85	422	10.85	0.30	Ø1	0.0	0.00
422	10.85	423	10.85	2.71	Ø1	0.0	0.00
423	10.85	259	10.85	0.85	Ø1	0.0	0.00
424	10.85	422	10.85	3.91	Ø3	640.9	2.24
260	10.85	424	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
424	10.85	262	10.85	2.37	Ø1	0.0	0.00
262	10.85	265	10.85	3.22	Ø1	0.0	0.00
266	10.85	263	10.85	3.22	Ø1	0.0	0.00
425	10.85	424	10.85	1.89	Ø3	640.9	2.24



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
263	10.85	425	10.85	2.36	Ø1	0.0	0.00
267	10.85	264	10.85	3.23	Ø1	0.0	0.00
426	10.85	425	10.85	1.89	Ø3	640.9	2.24
264	10.85	426	10.85	2.37	Ø1	0.0	0.00
426	10.85	261	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
273	10.85	270	10.85	3.24	Ø1	0.0	0.00
427	10.85	426	10.85	3.92	Ø3	640.9	2.24
270	10.85	427	10.85	2.36	Ø1	0.0	0.00
427	10.85	268	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
274	10.85	271	10.85	3.21	Ø1	0.0	0.00
428	10.85	427	10.85	1.89	Ø3	640.9	2.24
271	10.85	428	10.85	2.36	Ø1	0.0	0.00
275	10.85	272	10.85	3.23	Ø1	0.0	0.00
429	10.85	428	10.85	1.89	Ø3	640.9	2.24
272	10.85	429	10.85	2.36	Ø1	0.0	0.00
429	10.85	269	10.85	0.29	Ø1	0.0	0.00
278	10.85	277	10.85	3.23	Ø1	0.0	0.00
430	10.85	429	10.85	3.82	Ø3	640.9	2.24
277	10.85	430	10.85	2.37	Ø1	0.0	0.00
430	10.85	276	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
279	10.85	280	10.85	3.23	Ø1	0.0	0.00
431	10.85	430	10.85	3.83	Ø3	640.9	2.24
280	10.85	431	10.85	2.36	Ø1	0.0	0.00
431	10.85	281	10.85	0.30	Ø1	0.0	0.00
432	10.85	431	10.85	3.33	Ø3	640.9	2.24
283	10.85	432	10.85	3.98	Ø1	0.0	0.00
432	10.85	282	10.85	0.31	Ø1	0.0	0.00
286	10.85	285	10.85	3.24	Ø1	0.0	0.00
433	10.85	432	10.85	3.73	Ø3	640.9	2.24
285	10.85	433	10.85	2.35	Ø1	0.0	0.00
433	10.85	284	10.85	0.32	Ø1	0.0	0.00
287	10.85	288	10.85	3.22	Ø1	0.0	0.00
434	10.85	433	10.85	4.34	Ø3	640.9	2.24
288	10.85	434	10.85	2.37	Ø1	0.0	0.00
292	10.85	291	10.85	3.01	Ø1	0.0	0.00
435	10.85	434	10.85	8.33	Ø3	640.9	2.24
291	10.85	435	10.85	2.53	Ø1	0.0	0.00
435	10.85	290	10.85	1.95	Ø1	0.0	0.00
365	10.85	435	10.85	2.58	Ø3	640.9	2.24
289	10.85	365	10.85	1.96	Ø1	0.0	0.00
365	10.85	294	10.85	2.53	Ø1	0.0	0.00
294	10.85	293	10.85	3.04	Ø1	0.0	0.00
371	10.85	368	10.85	4.09	Ø3	640.9	2.24
368	10.85	436	10.85	2.41	Ø1	0.0	0.00
302	10.85	301	10.85	4.33	Ø1	0.0	0.00
437	10.85	438	10.85	2.45	Ø1	0.0	0.00
301	10.85	437	10.85	1.34	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
299	10.85	300	10.85	4.30	Ø1	0.0	0.00
439	10.85	437	10.85	2.57	Ø1	0.0	0.00
300	10.85	439	10.85	1.36	Ø1	0.0	0.00
298	10.85	297	10.85	2.60	Ø1	0.0	0.00
297	10.85	296	10.85	3.35	Ø1	0.0	0.00
440	10.85	439	10.85	3.28	Ø1	0.0	0.00
296	10.85	440	10.85	2.19	Ø1	0.0	0.00
436	10.85	440	10.85	2.57	Ø1	0.0	0.00
295	10.85	436	10.85	2.20	Ø1	0.0	0.00
585	5.85	584	7.05	1.20	Ø2½	0.0	0.00
587	5.85	586	7.05	1.20	Ø2½	190.0	1.03
588	7.05	589	7.05	0.85	Ø3	0.0	0.00
590	7.05	591	7.05	4.33	Ø3	0.0	0.00
588	7.05	592	7.05	4.16	Ø3	0.0	0.00
594	7.05	593	7.05	6.15	Ø3	518.3	1.81
593	7.05	595	7.05	3.97	Ø3	518.3	1.81
595	7.05	596	7.05	1.04	Ø3	190.0	0.66
570	7.05	569	7.05	2.25	Ø1	0.0	0.00
569	7.05	566	7.05	3.73	Ø1	0.0	0.00
566	7.05	565	7.05	1.84	Ø1	0.0	0.00
571	7.05	568	7.05	2.92	Ø1	0.0	0.00
568	7.05	567	7.05	2.88	Ø1	0.0	0.00
567	7.05	564	7.05	1.83	Ø1	0.0	0.00
575	7.05	574	7.05	2.24	Ø1	0.0	0.00
574	7.05	573	7.05	3.93	Ø1	0.0	0.00
576	7.05	577	7.05	2.26	Ø1	0.0	0.00
577	7.05	578	7.05	3.91	Ø1	0.0	0.00
597	7.05	598	7.05	3.65	Ø3	0.0	0.00
581	7.05	597	7.05	1.28	Ø1	0.0	0.00
597	7.05	580	7.05	1.77	Ø1	0.0	0.00
599	7.05	597	7.05	3.47	Ø3	0.0	0.00
578	7.05	599	7.05	1.29	Ø1	0.0	0.00
600	7.05	599	7.05	3.65	Ø3	0.0	0.00
573	7.05	600	7.05	1.28	Ø1	0.0	0.00
601	7.05	602	7.05	3.40	Ø3	190.0	0.66
564	7.05	601	7.05	0.27	Ø1	0.0	0.00
603	7.05	601	7.05	3.49	Ø3	190.0	0.66
565	7.05	603	7.05	0.28	Ø1	0.0	0.00
603	7.05	562	7.05	1.48	Ø1	0.0	0.00
601	7.05	563	7.05	1.48	Ø1	0.0	0.00
600	7.05	572	7.05	1.74	Ø1	0.0	0.00
599	7.05	579	7.05	1.74	Ø1	0.0	0.00
598	7.05	604	7.05	0.69	Ø3	0.0	0.00
582	7.05	598	7.05	1.30	Ø1	0.0	0.00
598	7.05	583	7.05	1.71	Ø1	0.0	0.00
605	7.05	603	7.05	5.25	Ø3	190.0	0.66
558	7.05	605	7.05	2.23	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
605	7.05	559	7.05	1.45	Ø1	0.0	0.00
606	7.05	605	7.05	1.80	Ø3	190.0	0.66
557	7.05	606	7.05	2.24	Ø1	0.0	0.00
606	7.05	560	7.05	1.44	Ø1	0.0	0.00
607	7.05	606	7.05	1.75	Ø3	190.0	0.66
556	7.05	607	7.05	2.23	Ø1	0.0	0.00
607	7.05	561	7.05	1.42	Ø1	0.0	0.00
608	7.05	607	7.05	4.11	Ø3	190.0	0.66
555	7.05	608	7.05	2.22	Ø1	0.0	0.00
608	7.05	554	7.05	1.46	Ø1	0.0	0.00
609	7.05	608	7.05	1.75	Ø3	190.0	0.66
552	7.05	609	7.05	2.22	Ø1	0.0	0.00
609	7.05	553	7.05	1.43	Ø1	0.0	0.00
610	7.05	609	7.05	1.77	Ø3	190.0	0.66
551	7.05	610	7.05	2.24	Ø1	0.0	0.00
610	7.05	550	7.05	1.44	Ø1	0.0	0.00
611	7.05	610	7.05	4.17	Ø3	190.0	0.66
548	7.05	611	7.05	2.23	Ø1	0.0	0.00
611	7.05	549	7.05	1.44	Ø1	0.0	0.00
612	7.05	611	7.05	1.77	Ø3	190.0	0.66
547	7.05	612	7.05	2.23	Ø1	0.0	0.00
612	7.05	546	7.05	1.43	Ø1	0.0	0.00
613	7.05	612	7.05	1.75	Ø3	190.0	0.66
544	7.05	613	7.05	2.23	Ø1	0.0	0.00
613	7.05	545	7.05	1.44	Ø1	0.0	0.00
614	7.05	613	7.05	4.17	Ø3	190.0	0.66
543	7.05	614	7.05	2.21	Ø1	0.0	0.00
614	7.05	542	7.05	1.46	Ø1	0.0	0.00
615	7.05	614	7.05	1.77	Ø3	190.0	0.66
540	7.05	615	7.05	2.22	Ø1	0.0	0.00
615	7.05	541	7.05	1.43	Ø1	0.0	0.00
616	7.05	615	7.05	1.74	Ø3	190.0	0.66
539	7.05	616	7.05	2.21	Ø1	0.0	0.00
616	7.05	538	7.05	1.42	Ø1	0.0	0.00
617	7.05	616	7.05	3.20	Ø3	190.0	0.66
537	7.05	617	7.05	2.06	Ø1	0.0	0.00
617	7.05	536	7.05	1.59	Ø1	0.0	0.00
618	7.05	617	7.05	1.77	Ø3	190.0	0.66
534	7.05	618	7.05	2.07	Ø1	0.0	0.00
618	7.05	535	7.05	1.59	Ø1	0.0	0.00
619	7.05	618	7.05	1.75	Ø3	190.0	0.66
533	7.05	619	7.05	2.06	Ø1	0.0	0.00
619	7.05	532	7.05	1.60	Ø1	0.0	0.00
620	7.05	619	7.05	4.37	Ø3	190.0	0.66
531	7.05	620	7.05	0.48	Ø1	0.0	0.00
621	7.05	620	7.05	1.95	Ø3	190.0	0.66
530	7.05	621	7.05	2.32	Ø1	0.0	0.00



Tuberías							
Nudo inicial		Nudo final		Longitud (m)	Diámetro	Caudal (lpm)	Velocidad (m/s)
Referencia	Cota (m)	Referencia	Cota (m)				
622	7.05	623	7.05	1.60	Ø3	190.0	0.66
529	7.05	622	7.05	0.49	Ø1	0.0	0.00
624	7.05	622	7.05	1.93	Ø3	190.0	0.66
528	7.05	624	7.05	2.32	Ø1	0.0	0.00
625	7.05	624	7.05	2.41	Ø3	190.0	0.66
525	7.05	625	7.05	2.53	Ø1	0.0	0.00
625	7.05	526	7.05	0.49	Ø1	0.0	0.00



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS  
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN  
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 29-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Victor Edwin Quispe Pari  
Dirección: Jr. Desaguadero N° 336  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41666941  
Teléfono: 930102077 email: cavictor20@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Maestría en Ingeniería Civil  
Escuela Profesional o Mención: Diseño y Construcciones  
Título o Grado Académico a optar: Magister en Ingeniería Civil  
Asesor: M.Sc. Juan Carlos Herrera Miranda

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: Evaluación del sistema de protección contra incendios a base de agua para un centro comercial en la ciudad de Juliaca 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema de agua, diseño hidráulico, sistema de protección

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?  
2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.  
<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



## 2. Referencia de tesis:

Bachiller    Título    2da Especialidad    Maestría    Doctorado

## 3. Licencias:

### a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Tecnología de la Construcción - P49

  
Firma de Autor



huella digital

29 de Enero del 2025

Fecha