



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS
PARA LOS LABORATORIOS DE LAS ÁREAS DE MECÁNICA Y
ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Mecánico

AUTOR: JUAN MANUEL CASTRO PALACIOS.

TUTOR: ING. FRAN ZHOVANI REINOSO AVECILLAS, Ph.D

Cuenca – Ecuador

2026

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Manuel Castro Palacios, con documento de identificación N° 1900635234 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 8 de abril del 2026

Atentamente,



Juan Manuel Castro Palacios.

1900635234

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Juan Manuel Castro Palacios con documento de identificación N° 1900635234, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Propuesta de diseño de un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de mecánica y electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 8 de abril del 2026

Atentamente,



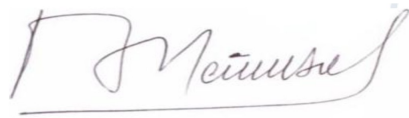
Juan Manuel Castro Palacios
1900635234

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fran Zhovani Reinoso Avecillas con documento de identificación N° 0102257425, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LOS LABORATORIOS DE LAS ÁREAS DE MECÁNICA Y ELECTRICIDAD DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, realizado por Juan Manuel Castro Palacios con documento de identificación N° 1900635234, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 8 de abril del 2026

Atentamente,



Ing. Fran Zhovani Reinoso Avecillas, Ph.D.

0102257425

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y principal fuente de apoyo a lo largo de toda mi formación académica.

A mis padres, Víctor Hugo Castro Ordóñez y, de manera muy especial, a mi madre, Lidia Marina Palacios Escobar, quien ha sido el pilar fundamental en mi formación académica y personal. Gracias a su esfuerzo, dedicación y ejemplo constante, me ha enseñado que el trabajo arduo y el sacrificio siempre conducen al logro de las metas propuestas.

A mi hermana, Maritza Elizabeth Cuenca Palacios, cuyo apoyo incondicional ha estado siempre presente en cada etapa de mi formación.

A mis abuelos, Julia Escobar y Juan Palacios, quien es para mí un verdadero ejemplo de trabajo, perseverancia y superación, inspirándome siempre a esforzarme y a no rendirme ante las dificultades.

Sin el apoyo, la guía y el amor de cada uno de ellos, nada de esto habría sido posible.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la perseverancia necesarias para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades presentadas en el camino.

A mi madre y a mi hermana, por acompañarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida, tanto en los momentos de alegría como en los de dificultad. Gracias por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su confianza en mí, que han sido fundamentales para mantenerme firme y motivado hasta alcanzar esta meta.

A mis abuelos, por estar siempre pendientes de mí y brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y especializarme en una de las áreas que más me apasiona. De manera especial, expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Fran Zhovani Reinoso Avecillas, Ph.D., por su valiosa orientación, apoyo y guía constante durante el desarrollo de este proyecto.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por su apoyo, confianza y acompañamiento constante a lo largo de este camino.

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	I
Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana	II
Certificado de dirección del trabajo de titulación	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XVI
Abstract	XVII
1. Introducción	1
2. Problema	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Importancia y alcances	6
2.3. Delimitación	6
2.3.1. Espacial o geográfica	6
2.3.2. Temporal	7
2.3.3. Sectorial o institucional	7
2.4. Problema General	7
2.5. Problemas Específicos	8
3. Objetivos	8
3.1. Objetivo General	8
3.2. Objetivos Específicos	8
4. Hipótesis	9
4.1. Hipótesis General	9
4.2. Hipótesis Específicas	9

5. Marco Teórico	10
5.1. Normativas aplicadas en el diseño contra incendios	10
5.1.1. Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC)	10
5.1.2. Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA)	11
5.2. Tecnologías aplicadas en los sistemas contra incendios	12
5.2.1. Tipos de fuegos	13
5.2.2. Sistema de extinción tipo seco	14
5.2.3. Sistema de extinción tipo húmedo	15
5.2.3.1. Sistema de extinción por rociadores automáticos	15
5.2.3.2. Sistema de extinción por bocas de incendios o Gabinetes	18
5.2.3.3. Sistema de extinción por agentes limpios	21
5.3. Componentes de un sistema contra incendios	23
5.3.1. Redes de tuberías	23
5.3.2. Accesorios	26
5.3.3. Sistemas de detección y señalización	29
5.3.4. Válvulas	32
5.3.5. Sistema de bombeo	38
5.3.6. Tanque de reserva	43
5.3.7. Columna seca	46
5.4. Aprobaciones UL y FM	47
5.5. Cálculo del sistema	48
6. Marco metodológico	51
6.1. Normativas y tecnologías aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios	52
6.2. Diagnóstico del estado actual de infraestructura y condiciones de seguridad de los laboratorios	52
6.2.1. Condiciones de la edificación	53
6.2.1.1. Análisis de riesgos del área de Mecánica	59
6.2.1.2. Análisis de riesgos del área de Electricidad	60
6.2.1.3. Análisis de infraestructura	62
6.3. Diseño del sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad	63
6.3.1. Sistema de extinción de incendios móviles (Extintores)	64
6.3.1.1. Ubicación de los extintores portátiles	64
6.3.2. Sistema de extinción de incendios por gabinetes	66

6.3.2.1.	Ubicación de los gabinetes	66
6.3.3.	Sistema de extinción de incendios por rociadores	71
6.3.3.1.	Cálculo para los laboratorios de mecánica	71
6.3.3.2.	Cálculo para los laboratorios de electricidad	104
6.3.3.3.	Diseño de cisterna	130
6.3.3.4.	Diseño del sistema de bombeo	133
6.3.4.	Sistema de extinción de incendios por agentes limpios	138
6.3.4.1.	Cálculo para los laboratorios de mecánica	139
6.3.4.2.	Cálculo para los laboratorios de electricidad	141
6.3.5.	Sistema de detección, señalización y alarma	146
6.3.5.1.	Sistema de detección de incendios	146
6.3.5.2.	Sistema de señalización	149
6.3.5.3.	Sistema de alarma	149
6.4.	Estudio presupuestario del sistema contra incendios para los laboratorios . .	150
6.4.1.	Precios unitarios del sistema de rociadores automáticos	152
6.4.2.	Precios unitarios del sistema de gabinetes	154
6.4.3.	Precios unitarios de la construcción del tanque de reserva	155
6.4.4.	Precios unitarios del cuarto de bombas	156
6.4.5.	Precios unitarios de los agentes limpios, área de mecánica	157
6.4.6.	Precios unitarios de los agentes limpios, área de electricidad	158
6.4.7.	Precios unitarios de los detectores de incendio	159
6.4.8.	Precios unitarios de los extintores portátiles	160
6.4.9.	Precios unitarios del sistema de alarma y señalización	161
6.4.10.	Precios totales del proyecto	162
7.	Resultados	162
7.1.	Normativas y tecnologías aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios	162
7.2.	Diagnóstico del estado actual de infraestructura y condiciones de seguridad de los laboratorios	163
7.3.	Diseño del sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad	164
7.4.	Estudio presupuestario del sistema	165
8.	Conclusiones	165
9.	Recomendaciones	167

Referencias	175
ANEXOS	176
Anexo A: Matriz de Consistencia Lógica	176
Anexo B: Operacionalización de Variables	178

Lista de Tablas

1.	Normativas aplicables para el diseño contra incendios	12
2.	Clasificación de los tipos de riesgos de incendio.	17
3.	Factor k de los rociadores.	18
4.	Materiales y dimensiones de accesorios según la NFPA 15.	24
5.	Diámetro de tubería en función del número de sprinkles según la NFPA 13.	25
6.	Materiales y dimensiones de uniones según la NFPA 13.	26
7.	Coefficiente C de Hazen Williams.	49
8.	Sistemas de detección y extinción actuales en el área de mecánica.	57
9.	Sistemas de detección y extinción actuales en el área de electricidad.	58
10.	Análisis de riesgos de la primera planta, área de Mecánica	59
11.	Análisis de riesgos de la segunda planta, área de Mecánica	60
12.	Análisis de riesgos de la primera planta, área de Eléctrica	61
13.	Análisis de riesgos de la segunda planta, área de Eléctrica	62
14.	Dimensiones del tanque de reserva	131
15.	Resultados del grupo de bombeo	134
16.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios	139
17.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios	140
18.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios	141
19.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios de electricidad	142
20.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios de electricidad	143
21.	Volúmenes a cubrir en los laboratorios de electricidad	144
22.	Tipos de riesgos de los laboratorios de mecánica y eléctrica	163
23.	Matriz de consistencia	177
24.	Variable dependiente	178

Lista de Figuras

1.	Ubicación UPS	7
2.	Tipos de fuegos	13
3.	Tipos de extintores portátiles	14
4.	Tipos de rociadores	16
5.	Gabinete tipo I	19
6.	Gabinete tipo II	20
7.	Gabinete tipo III	20
8.	Gabinete tipo libro	21
9.	Sistema de agentes limpios	22
10.	Red de tuberías	25
11.	Tuberías roscadas	27
12.	Accesorios bridados para tuberías.	28
13.	Accesorios ranurados para tuberías.	29
14.	Detectores de humo	30
15.	Detectores de energía radiante	30
16.	Detectores de calor	31
17.	Dispositivos de detección y alarma	32
18.	Válvulas de compuerta	33
19.	Válvula check	34
20.	Válvula de compuerta OS&Y	35
21.	Válvula de diluvio	36
22.	Válvula de alivio	37
23.	Filtro en Y	38
24.	Curva característica de una bomba contra incendios	39
25.	Cuarto de bombas	40
26.	Bomba principal con motor electric	41
27.	Bomba secundaria con motor a combustión	42
28.	Bomba Jockey	43
29.	Tanque por gravedad	44
30.	Tanque por succión	45
31.	Tanque subterráneo	46
32.	Siamesa	47
33.	Logo de certificación UL y FM	48

34.	Metodología del proceso	51
35.	Plano del edificio Cornelio Merchán, primera planta	54
36.	Plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica, primera planta	55
37.	Plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica, segunda planta	56
38.	Edificio Cornelio Merchán	63
39.	Distribución de los extintores portatiles	65
40.	Distribución de los extintores portatiles	66
41.	Distribución de los gabinetes	67
42.	Simulación de gabinete del área de mecánica	68
43.	Simulación de gabinete del área de electricidad	69
44.	Detalle de gabinete tipo II	70
45.	Distribución de rociadores en el laboratorio de automatismos	72
46.	Distribución de rociadores en el laboratorio de torno y fresadora CNC	74
47.	Distribución de rociadores en el laboratorio de termofluidos	75
48.	Distribución de rociadores en el laboratorio de LACTI	76
49.	Distribución de rociadores en el laboratorio de ensayos destructivos	77
50.	Distribución de rociadores para el grupo GIMAT	79
51.	Distribución de rociadores en el pasillo principal	80
52.	Simulación primer ramal área de mecanica	83
53.	Distribución de rociadores en el aula	84
54.	Distribución de rociadores en el laboratorio de metrología	85
55.	Distribución de rociadores en el laboratorio de soldadura	87
56.	Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte I	88
57.	Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte II	89
58.	Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte III	90
59.	Distribución de rociadores en el laboratorio de sistemas mecatrónicos	91
60.	Distribución de rociadores en el laboratorio de prototipado	93
61.	Distribución de rociadores en bodega	94
62.	Simulación segundo ramal área de mecanica	97
63.	Distribución de rociadores en el laboratorio de máquinas térmicas	98
64.	Distribución de rociadores en el laboratorio de vibraciones e instrumentación industrial	100
65.	Distribución de rociadores en la parte de oficinas	101
66.	Simulación tercer y cuarto ramal área de mecanica	103
67.	Distribución de rociadores en el laboratorio de electrónica digital	105

68.	Distribución de rociadores en el laboratorio de circuitos eléctricos 2	106
69.	Distribución de rociadores en el laboratorio de domótica	107
70.	Distribución de rociadores en el pasillo principal de electricidad	108
71.	Simulación primer ramal área de electricidad	110
72.	Distribución de rociadores en el laboratorio de Instalaciones Civiles y Protec- ciones industriales	111
73.	Distribución de rociadores en el laboratorio de circuitos electricos 1	112
74.	Distribución de rociadores en el laboratorio de embebidos	113
75.	Distribución de rociadores en el laboratorio de telecomunicaciones	115
76.	Distribución de rociadores, pasillos electricidad	116
77.	Simulación segundo ramal área de electricidad	118
78.	Distribución de rociadores en el laboratorio de Biomedicina y diseño electrónico	120
79.	Distribución de rociadores en el Grupo de Investigación de inteligencia artificial	121
80.	Distribución de rociadores en el laboratorio de Ldle Tdl	122
81.	Distribución de rociadores en el laboratorio de investigación automatizacion industrial	123
82.	Distribución de rociadores en el laboratorio de Simulación	124
83.	Distribución de rociadores en el laboratorio de Control	125
84.	Distribución de rociadores en la oficina y baños	126
85.	Distribución de rociadores en las oficinas del área mecanica	127
86.	Simulación tercer y cuarto ramal área de electricidad	130
87.	Ubicación del tanque de reserva	132
88.	Curvas características de la bomba	135
89.	Ubicación del cuarto de bombas	136
90.	Sistema de bombeo contra incendios	138
91.	Distribución de ramales para el sistema de agentes limpios	145
92.	Válvula solenoide N/C	146
93.	Distribución de detectores	148
94.	Precios unitarios del sistema de rociadores automaticos	152
95.	Precios unitarios del sistema de gabinetes	154
96.	Precios unitarios de la construcción del tanque de reserva	155
97.	Precios unitarios del cuarto de bombas	156
98.	Precios unitarios de los agentes limpios, área de mecánica	157
99.	Precios unitarios de los agentes limpios, área de electricidad	158
100.	Precios unitarios de los detectores de incendio	159

101. Precios unitarios de los extintores portatiles	160
102. Precios unitarios del sistema de alarma y señalización	161
103. Precios totales del proyecto	162

Resumen

La presente tesis desarrolla el diseño de un sistema integral contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, campus El Vecino. Estos espacios presentan un alto nivel de riesgo debido al uso de maquinaria, equipos eléctricos, materiales combustibles y procesos experimentales, lo que evidencia la necesidad de una infraestructura adecuada de protección y seguridad.

El estudio se fundamenta en un diagnóstico técnico realizado mediante visitas de campo y análisis de la infraestructura existente, identificando deficiencias en detección, alarma y extinción de incendios. A partir de esta evaluación, se propone un sistema contra incendios que integra fuentes de abastecimiento de agua, cuarto de bombas, red de tuberías, rociadores automáticos, gabinetes, hidrantes, sistemas de detección y alarma, y extintores portátiles, cumpliendo con las normativas NFPA.

Finalmente, se presentan los cálculos hidráulicos, la simulación del sistema, los planos de diseño y un análisis técnico-económico, demostrando que la propuesta es viable y contribuye significativamente a la protección de la vida humana, la infraestructura y la continuidad operativa de los laboratorios universitarios.

Palabras clave: Sistema Contarincendios, laboartorios de mecanica y electricidad,Universidad Politecnica Salesiana, seguridad contra incendios.

Abstract

This thesis presents the design of an integrated fire protection system for the mechanical and electrical laboratories of the Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca campus, El Vecino. These laboratories involve a high level of fire risk due to the use of machinery, electrical equipment, combustible materials, and experimental processes, highlighting the need for an adequate fire safety infrastructure.

The study is based on a technical diagnosis carried out through field inspections and analysis of the existing facilities, identifying deficiencies in fire detection, alarm, and suppression systems. Based on this assessment, a fire protection system is proposed, including water supply sources, fire pump systems, piping networks, automatic sprinklers, fire hose cabinets, hydrants, fire detection and alarm systems, and portable fire extinguishers, in accordance with NFPA.

The project concludes with hydraulic calculations, system simulation, design drawings, and a technical and economic analysis, demonstrating that the proposed system is feasible and significantly enhances the safety of occupants, infrastructure protection, and operational continuity of the university laboratories.

Keywords: Fire protection system, mechanical and electrical laboratories, Universidad Politécnica Salesiana, fire safety.

1. Introducción

El presente trabajo se orienta al fortalecimiento de la seguridad humana y de la infraestructura en una institución universitaria. Muchas edificaciones universitarias fueron construidas sin considerar la implementación de sistemas integrados, lo que hoy representa un reto técnico importante. Frente a esta situación, resulta necesario plantear soluciones que se adapten a las condiciones reales de la infraestructura existente, permitiendo mejorar los niveles de seguridad sin afectar la operatividad de los espacios ni el cumplimiento de la normativa vigente.

La seguridad contra incendios constituye un aspecto fundamental en edificaciones de uso educativo, debido a la alta concentración de personas, la diversidad de actividades académicas y la presencia de equipos, materiales y sustancias que pueden incrementar el riesgo de incendio. En particular, las universidades albergan laboratorios, áreas técnicas y espacios administrativos que requieren sistemas de protección confiables y diseñados conforme a criterios técnicos y normativos.

La siguiente propuesta tiene como finalidad el diseño de un sistema contra incendios para una institución universitaria, fundamentado en la aplicación de normativas técnicas vigentes, tanto nacionales como internacionales, con el objetivo de garantizar un nivel adecuado de protección para las personas, la infraestructura y los equipos sensibles de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

El presente documento se encuentra estructurado en nueve capítulos. En el primer capítulo se presenta una introducción general del proyecto. El segundo capítulo aborda el planteamiento del problema, así como los antecedentes relacionados con el tema de estudio. En el tercer capítulo se definen los objetivos general y específicos, mientras que en el cuarto se establecen las hipótesis que se buscan resolver a lo largo del desarrollo del proyecto.

El quinto capítulo corresponde al marco teórico, en el cual se describen las normativas y tecnologías aplicadas en los sistemas contra incendios. El sexto capítulo desarrolla la metodología, donde se explica el procedimiento seguido para dar cumplimiento a los objetivos planteados. En el séptimo capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología. Finalmente, el octavo y noveno capítulos contienen las conclusiones y las recomendaciones del proyecto, incluyendo aportes para futuros estudios relacionados con el mismo caso de análisis.

2. Problema

2.1. Antecedentes

La Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca, campus El Vecino, cuenta con modernas instalaciones académicas conformadas por aulas equipadas y laboratorios especializados que fortalecen el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la práctica y la experimentación. Dispone de espacios técnicos en las áreas de Eléctrica y Automatización, Ingeniería Civil, Automotriz, Odontología, Mecánica, entre otros, todos ellos dotados con equipos y herramientas de última generación que permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos en entornos reales, fomentando una formación integral y orientada a la práctica profesional.

Los laboratorios de las áreas de Mecánica y Eléctrica se encuentran en el edificio Cornelio Merchán, segunda planta, del campus El Vecino, en la ciudad de Cuenca. Están ubicados en la intersección de las calles De las Carretas, Calle Vieja y Del Obrero. El área de los laboratorios de Mecánica cuenta con dos secciones. Diseño y Materiales, mientras que los laboratorios de Eléctrica se encuentran junto a los de Mecánica. Todos estos espacios están destinados a la formación técnica y al desarrollo de proyectos prácticos.

En los laboratorios de Mecánica, sección Diseño, se dispone de diversos laboratorios especializados que apoyan la formación práctica y técnica de los estudiantes. Entre ellos se encuentran los laboratorios de (Automatismos, Sistema modular de producción, Mecanizado CNC (Torno y Fresadora), Termofluidos, LACTI, Ensayos destructivos, Metrología e instrumentación, Soldadura, Mecanizado CAV, Prototipado, Sistemas mecatrónicos, Vibraciones, Instrumentación, Máquinas térmicas y un laboratorio de Ingeniería Ambiental) Cada uno de estos espacios está equipado con tecnología y herramientas adecuadas para el desarrollo de competencias en diseño, análisis y fabricación mecánica. También dispone de un área de bodega destinada al almacenamiento de herramientas y equipos utilizados en las prácticas, un aula frecuentemente utilizada por los estudiantes y dos oficinas administrativas.

En los laboratorios de Eléctrica se dispone de diversos laboratorios. Entre ellos se encuentra los laboratorios de (Electrónica de potencia, Redes industriales, Automatización LAB, Electrónica analógica, Electrónica digital, Circuitos eléctricos 1-2, Robótica, Máquinas

eléctricas, Telecomunicaciones, Sistemas integrados, Instalaciones industriales, Reparaciones y mantenimiento, Instalaciones civiles, Protección eléctrica, Alto voltaje, Control Lab y Simulación Lab) Cada uno de estos espacios está equipado con equipos principalmente eléctricos adecuados para su desarrollo de aprendizaje. También dispone de un área de bodega destinada al almacenamiento de herramientas y equipos utilizados en las prácticas y de cuatro oficinas administrativas.

En los laboratorios del área de Mecánica, sección Diseño, se encuentra el laboratorio de **Automatismos**, donde se trabaja con equipos eléctricos y neumáticos, además del uso de fluidos incompresibles. Este espacio cuenta principalmente con infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Sistema Modular de Producción**, dispone únicamente de equipos eléctricos y también tiene infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En los laboratorios de **Mecanizado CNC (torno y fresadora)**, se cuenta con un equipo eléctrico en cada uno de ellos y mobiliario de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Termofluidos y Lacti**, posee dispositivos eléctricos, equipos que operan con vapor y se trabaja con fluidos tanto compresibles como incompresibles. La infraestructura principal también es de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Ensayos Destructivos**, se utilizan equipos eléctricos y se mantiene infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Metrología e Instrumentación**, está equipado con instrumentos de medición y estructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **soldadura** se emplean equipos eléctricos y es una zona donde se genera humo continuamente por los procesos de soldadura. Actualmente, dispone de un sistema de extinción de incendios que es un extintor PQS, no dispone de un sistema de detección. El laboratorio de **Mecanizado CAV**, cuenta con equipos eléctricos y se realiza manipulación de aceites y grasas durante los procesos. Actualmente, dispone de un sistema de extinción de incendios que es un extintor PQS, no dispone de un sistema de detección. En el laboratorio mismo se encuentra una zona de un **Robot de Soldadura**, predominan los dispositivos eléctricos y el robot como tal, la infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Prototipado**, predominan los dispositivos eléctricos y la infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Sistemas Mecatrónicos** cuenta con equipos eléctricos e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de

detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Vibraciones**, en este espacio se encuentran dispositivos electrónicos e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Instrumentación**, cuenta de principalmente con infraestructura de madera en el laboratorio. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. El laboratorio de **Máquinas térmicas**, cuenta principalmente con redes de tuberías de vapor y máquinas de generación del mismo. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Radioactividad y Toxicología**, posee dispositivos electrónicos y también se realiza el manejo de fluidos, tanto comprensibles como incomprensibles. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En la sala de reuniones del grupo **GIMAT**, cuenta de principalmente con infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. Finalmente, en el área de **Bodega**, se almacenan las herramientas utilizadas en los diferentes laboratorios, además de combustibles, aceites y grasas que se emplean en diversas actividades técnicas. Actualmente, dispone de un sistema de extinción de incendios que es un extintor PQS, no dispone de un sistema de detección.

En los laboratorios del área de Electricidad se encuentran los siguientes laboratorios: **Electrónica de potencia**, donde se encuentran equipos y dispositivos eléctricos. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Circuitos digitales avanzados**, se encuentran equipos y dispositivos eléctricos e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el **laboratorio de PLC**, se encuentran equipos eléctricos y neumáticos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Electrónica digital**, se encuentran varios dispositivos eléctricos para medir señales e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Electrónica analógica**, se encuentran varios dispositivos eléctricos para medir señales e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Circuitos eléctricos 1-2**, se encuentran equipos eléctricos e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Robótica**, se encuentran equipos y dispositivos eléctricos, como también manejo de fluidos incomprensibles e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Domótica**, se encuentran equipos y dispositivos eléctricos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección

ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Máquinas eléctricas**, se encuentran equipos y máquinas eléctricas de alta y baja tensión e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Telecomunicaciones**, se encuentran dispositivos eléctricos e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Instalaciones industriales**, se encuentran equipos y dispositivos eléctricos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Embebidos** se encuentran computadoras y dispositivos eléctricos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **protecciones eléctricas**, se encuentran computadoras e infraestructura de madera. Actualmente, dispone de un sistema de extinción de incendios que es un extintor PQS, no dispone de un sistema de detección. En el laboratorio de **Instalaciones civiles**, se encuentran instalaciones eléctricas, infraestructura de madera, sistemas de canalización y distribución. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Taller Electromecánico**, se encuentran equipos eléctricos, herramientas e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Alta tensión**, se encuentran equipos y máquinas de alta tensión e infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Control Automático**, se encuentran dispositivos y equipos eléctricos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **simulación**, se encuentran dispositivos eléctricos, computadoras, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Diseño Electrónico**, se encuentran dispositivos eléctricos y electrónicos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **Biomedicina**, se encuentran dispositivos eléctricos y electrónicos, como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. En el laboratorio de **LdleTdl**, se encuentran dispositivos eléctricos como también infraestructura de madera. Actualmente, no dispone de un sistema de detección ni extinción de incendios. Finalmente, en el área de **Bodega**, se almacenan dispositivos y equipos eléctricos que se emplean en las diversas actividades técnicas. Actualmente, dispone de un sistema de extinción de incendios que es un extintor PQS, no dispone de un sistema de detección.

2.2. Importancia y alcances

- Los incendios representan una de las principales amenazas para la seguridad y el desarrollo sostenible de una sociedad, según datos de organismos como la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los incendios en instalaciones industriales y comerciales han causado pérdidas millonarias y han puesto en riesgo la vida de miles de personas. En este contexto, un sistema contra incendios bien diseñado y ejecutado se convierte en un elemento esencial para la reducción del riesgo y la mitigación de desastres (Muñoz Moreira, 2023).
- En la actualidad, en Ecuador se ha incrementado significativamente la exigencia para la implementación de sistemas de detección y extinción de incendios en todo tipo de edificaciones, tanto públicas como privadas. Esta tendencia responde al cumplimiento de la Ley de Defensa Contra Incendios, la cual establece la obligación de adoptar medidas preventivas y correctivas que garanticen la seguridad de las personas y la protección de los bienes frente a posibles siniestros (Pilapanta Chanalata, 2020).
- La implementación de un sistema contra incendios en un establecimiento educativo es de vital importancia para garantizar la seguridad de estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes. Estos espacios concentran diariamente a un gran número de personas, además de equipos, materiales y documentación valiosa, por lo que el riesgo potencial ante un incendio puede tener consecuencias graves si no se cuenta con medidas de prevención y respuesta adecuadas (Saona y Saona, 2023).

2.3. Delimitación

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

2.3.1. Espacial o geográfica

El trabajo de titulación se desarrollará en una primera etapa en el edificio ubicado entre las calles Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, como se observa en la Figura 1 donde se levantarán los datos, posteriormente, el diseño del sistema contra incendio se desarrollará en el mismo lugar.

Figura 1

Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana



Nota: En la Figura se observa la ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. (Google Maps, 2025).

2.3.2. Temporal

El trabajo de titulación de “Propuesta de diseño de un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca” se desarrollará en el periodo académico 67, comprendido entre los meses de septiembre del 2025 y febrero del 2026.

2.3.3. Sectorial o institucional

El trabajo de titulación se encuentra dentro del sector industrial dedicado a la seguridad, específicamente, en el diseño y construcción de sistemas contra incendios.

2.4. Problema General

- ¿Es posible diseñar un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca?

2.5. Problemas Específicos

- ¿Cómo se puede implementar un sistema contra incendios en los laboratorios del área de Mecánica y Electricidad, adaptando a la infraestructura existente, incorporando los equipos y sistemas necesarios que aseguren su correcto funcionamiento?
- ¿Qué medidas de diseño pueden implementarse para optimizar el sistema contra incendios y garantizar una cobertura completa y efectiva en todas las áreas críticas de la instalación?
- ¿De qué manera la implementación del sistema contra incendios garantiza el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales de seguridad vigentes?

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Realizar una propuesta de diseño de un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de las tecnologías existentes y normativas aplicadas en el diseño e implementación de sistemas contra incendios.
- Diagnosticar el estado actual de infraestructura y condiciones de seguridad de los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

- Diseñar un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.
- Elaborar un estudio presupuestario del sistema contra incendios para los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

4. Hipótesis

4.1. Hipótesis General

- Se realizará la propuesta de diseño de un sistema integral contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica, sección Diseño, y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, campus el vecino.

4.2. Hipótesis Específicas

- Se efectuará una revisión bibliográfica de las tecnologías existentes y normativas aplicadas en el diseño e implementación de sistemas contra incendios.
- Se diagnosticará el estado actual de la infraestructura y las condiciones de seguridad de los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.
- Se diseñará un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.
- Se elaborará un estudio de presupuesto del sistema contra incendios para los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

5. Marco Teórico

Desde que la humanidad comenzó a construir asentamientos permanentes, el fuego ha sido un riesgo constante, una fuerza destructiva que ha redefinido el urbanismo y la ingeniería a lo largo de los siglos. En la Antigüedad y la Edad Media, las ciudades densamente pobladas eran construidas con materiales orgánicos (Hurtado, 2020).

Para la llegada de la Revolución Industrial, elevó el riesgo a niveles sin precedentes. La proliferación de fábricas y edificios de gran altura implicó un aumento en la carga de combustible, la densidad de ocupación y la complejidad estructural (Salas, 1980).

En la actualidad, el control de incendios en las edificaciones ha evolucionado; se ha consolidado como una disciplina de ingeniería integral y estandarizada. La cual se logra mediante la exitosa integración de la ciencia pura con la normativa práctica. Específicamente, en fusión del conocimiento profundo de la mecánica de fluidos con las directrices de la NFPA (Salazar, Cruz, Núñez, y Medina, 2024).

5.1. Normativas aplicadas en el diseño contra incendios

La implementación de tecnologías en sistemas contra incendios, que incluyen equipos, sistemas de extinción y válvulas, debe realizarse rigiéndose por la normativa vigente del país a ser empleado, como lo es en Ecuador la NEC (Normativa Ecuatoriana de la Construcción). Posteriormente, se realizará el diseño del sistema bajo los requisitos requeridos por la NFPA (National Fire Protection Association) (Carpio Flores, 2023).

5.1.1. Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

La **Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)** es el conjunto de regulaciones técnicas de cumplimiento obligatorio en todo el territorio ecuatoriano, cuyo objetivo principal es establecer los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones. Promovida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) (Vásquez Unda, 2019).

De acuerdo con el MIDUVI (2011), en el Capítulo 16 de la Norma Ecuatoriana de la

Construcción **NEC-11** , específicamente en la Norma Hidrosanitaria NHE Agua, se establecen los lineamientos técnicos para el diseño, instalación y funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua, incorporando criterios específicos para la protección contra incendios. Esta normativa busca garantizar que las edificaciones cuenten con redes hidráulicas capaces de suministrar el caudal y la presión necesarios para la operación eficiente de sistemas contra incendios, tales como gabinetes, hidrantes y rociadores automáticos.

El capítulo enfatiza que las instalaciones destinadas a la protección contra incendios deben ser independientes o adecuadamente integradas al sistema general de agua potable, asegurando su disponibilidad permanente incluso en condiciones de emergencia. Asimismo, se establecen requisitos mínimos de presión, caudal, materiales de tubería, válvulas de control y dispositivos de seguridad, con el fin de garantizar la confiabilidad del sistema y reducir el riesgo de fallas durante un evento de incendio. Considerando la normativa americana **NFPA** para el diseño del sistema contra incendios (MIDUVI, 2011).

5.1.2. Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA)

La **Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)** es una organización internacional sin fines de lucro fundada en 1896, con sede en Estados Unidos, cuyo objetivo principal es eliminar muertes, lesiones, pérdidas económicas y daños a la propiedad causados por incendios, electricidad y otros peligros relacionados. La NFPA desarrolla y publica más de 300 códigos y normas técnicas que establecen criterios de diseño, instalación, inspección y mantenimiento para sistemas y equipos de protección contra incendios, así como procedimientos de seguridad humana (Infoteknico, 2023).

En la ingeniería de sistemas contra incendios, seguir las normativas es clave para asegurar que todo funcione bien y que las personas estén protegidas. En Ecuador, aunque hay reglas propias, muchas veces se utilizan y respetan las normas internacionales, como las de la National Fire Protection Association (NFPA), porque son un referente importante en seguridad contra incendios (Barrera Limones, 2025).

Tabla 1

Normativas utilizadas para el diseño de un sistema contra incendios.

Normativa	Campo de aplicación
NFPA 10	Norma para extintores portátiles
NFPA 13	Norma para la instalación de sistemas rociadores
NFPA 14	Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras
NFPA 15	Norma para sistemas fijos de agua pulverizada
NFPA 17	Norma para sistemas de extinción de químico seco.
NFPA 20	Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendios
NFPA 22	Norma para tanques de agua para protección privada contra incendios
NFPA 24	Norma para la instalación de tuberías y sus accesorios
NFPA 72	Código de Alarmas de Incendio y Señalización
NFPA 101	Código de seguridad contra la vida
NFPA 2001	Norma sobre sistemas de extinción de agentes limpios.

Nota: En la Tabla se indica las normativas utilizadas en el diseño del sistema contra incendios de acuerdo a la NFPA (NFPA, 2018).

5.2. Tecnologías aplicadas en los sistemas contra incendios

La protección contra incendios se fundamenta en la aplicación de diversas tecnologías y sistemas de prevención, control y extinción, cuya selección depende directamente de la clase de fuego que se espera combatir y de las características propias de la edificación, estas tecnologías se clasifican, de manera general, en sistemas de tipo húmedo y sistemas de tipo seco, según el agente extintor empleado y el mecanismo de acción utilizado; los sistemas de tipo húmedo utilizan agua u otros agentes líquidos como medio principal de extinción y comprenden instalaciones fijas tales como rociadores automáticos, gabinetes contra incendios, hidrantes, columnas secas y sistemas de bombeo, los cuales requieren un adecuado diseño hidráulico que garantice caudal, presión y autonomía suficientes. Por su parte, los sistemas de tipo seco emplean agentes extintores sólidos o gaseosos y se caracterizan por su rápida disponibilidad y facilidad de uso (González, 2020).

5.2.1. Tipos de fuegos

Los tipos de fuego se clasifican según el material combustible que los origina. Esta clasificación es fundamental para determinar el agente extintor adecuado y garantizar una extinción segura y efectiva, evitando la propagación del incendio. Dentro de la exposición al fuego, se clasifican los siguientes tipos de fuego, cada uno con características específicas que determinan el método adecuado para su control y extinción (Botta, 2010).

- **Fuego clase A:** Fuegos con combustibles sólidos como madera, cartón, plástico, etc.
- **Fuego clase B:** Fuegos donde el combustible es líquido, como aceite, gasolina o pintura.
- **Fuego clase C:** Fuegos donde se encuentran equipos y dispositivos eléctricos.
- **Fuego clase D:** Fuegos donde el combustible es un metal que arde, como puede ser el magnesio, sodio o aluminio en polvo.
- **Fuego clase K:** Fuegos que se producen sobre aceites y grasas de cocina.

Figura 2

Normalización de tipos de fuegos.

TIPOS DE FUEGO		
		Madera, papel, cartón, tela, plástico etc.
		Pintura, gasolina, petróleo, etc.
		Equipos o instalaciones eléctricas.
		Sodio, potasio, magnesio, aluminio, titanio, etc.
		Grasas y aceites de cocina.

Nota: En la Figura se presentan los tipos de fuego según el material combustible involucrado durante un incendio tomado de (Servteco Extintores, s.f.).

5.2.2. Sistema de extinción tipo seco

El sistema de extinción de tipo seco corresponde al uso de extintores portátiles, son dispositivos de protección activa contra incendios diseñados para combatir fuegos en sus etapas iniciales, antes de que se propaguen de manera incontrolable. Son la herramienta de primera respuesta más común y se clasifican según el tipo de agente extintor que contienen, lo cual debe ser compatible con la clase de fuego que se espera extinguir (Núñez Lobos, 2017).

Existen distintos tipos de extintores portátiles y cada uno contiene un agente extintor específico para su clase de fuego (ECIS, 2021).

- Extintor de agua
- Extintor polvo químico seco (PQS)
- Extintor de espuma (AFFF)
- Extintor de dióxido de carbono (CO₂)

Figura 3

Tipos de extintores portátiles.



Nota: En la Figura se presentan los diferentes tipos de extintores portátiles y la capacidad de agente extintor que almacenan, la cual generalmente varía entre 2,5 lb y 20 lb, dependiendo del tipo de extintor y su aplicación, tomado de (ECIS, 2021)

El extintor de Polvo Químico Seco (PQS) es el más utilizado debido a su versatilidad, siendo altamente efectivo para sofocar fuegos de clase A, B y C. Por otro lado, el extintor de Dióxido de Carbono (CO₂) es la opción preferida para combatir incendios en equipos y dispositivos eléctricos sensibles, ya que extingue por sofocación y no deja residuos corrosivos que dañen los componentes (Evanan y Bravo, 2024).

La implementación de estos dispositivos está de acuerdo con la normativa (NFPA 10) **“Norma para extintores portátiles”**(NFPA, 2018a).

5.2.3. Sistema de extinción tipo húmedo

El sistema de extinción de tipo húmedo corresponde al uso del sistema de extinción por agua, es una de las medidas de protección activa contra incendios más efectivas y comunes en infraestructuras. Es una instalación fija y automática diseñada para detectar un incendio en su fase inicial, activar una alarma, y descargar agua directamente sobre el área afectada para controlarlo o extinguirlo (Navia Ortiz, 2018).

El sistema de extinción de tipo húmedo se clasifica en dos modalidades principales: sistemas por rociadores automáticos y sistemas mediante gabinetes contra incendios, los cuales emplean agua como agente extintor (Pretelt-García, 2019).

5.2.3.1. Sistema de extinción por rociadores automáticos

Los rociadores o boquillas rociadoras son los accesorios de descarga automática de un sistema contra incendios, es un aplicador de agua con un tapón termosensible que está diseñado para destruirse a temperaturas predeterminadas, provocando en forma automática la liberación de un potente chorro de agua (Mendoza Peña, 2019).

Existen diferentes tipos de rociadores utilizados en los sistemas:

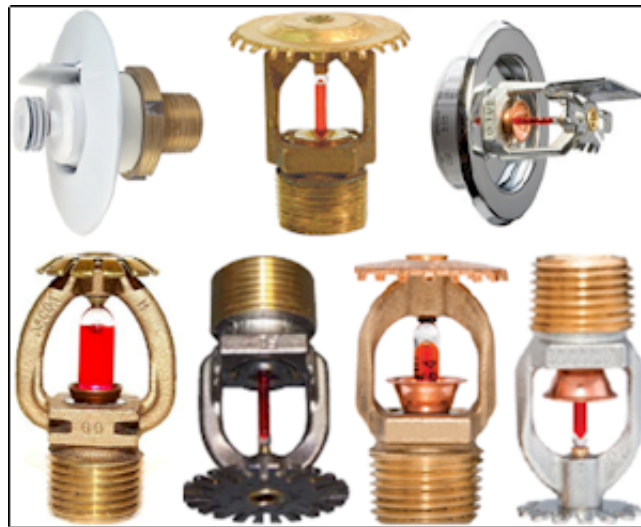
- **Rociadores de respuesta estándar:** Este tipo se utiliza generalmente en áreas donde se requiere mayor cobertura o donde puede haber obstrucciones. Se instalan generalmente con el deflector hacia arriba para proteger el cabezal de la acumulación de polvo o residuos. Pueden utilizarse en oficinas con techos abiertos u otros entornos de riesgo

bajo o medio (Great American Insurance Group, 2023).

- **Rociadores colgantes:** Este tipo se cuelga de las tuberías y suele ser el tipo más común de rociador. Los rociadores colgantes también presentan ligeras diferencias según las necesidades. Pueden tener un acabado resistente a la corrosión, estar enjaulados y otras pequeñas diferencias (Great American Insurance Group, 2023).
- **Rociadores de respuesta rápida:** Estos rociadores son un tipo específico de rociador automático diseñado para activarse significativamente más rápido que los rociadores estándar. Su elemento termosensible está diseñado para tener una menor inercia térmica, por lo que se activan en un tiempo menor cuando se exponen al aire caliente de un incendio (Great American Insurance Group, 2023).
- **Rociadores de pared:** Estos rociadores se instalan en los laterales de las paredes. Se suelen utilizar en zonas sin tuberías entre plantas. También se pueden usar en habitaciones o pasillos pequeños para ahorrar espacio en la parte superior. Se encuentran principalmente en hoteles y otras zonas comerciales con espacio limitado (Great American Insurance Group, 2023).

Figura 4

Tipos de rociadores.



Nota: En la Figura se puede observar los tipos de rociadores o sprinklers usados para los sistemas contra incendios, tomado de (Ybirma, 2018)

El diseño de un sistema de rociadores según la NFPA 13 se basa en la densidad de descarga de agua, el área de cobertura y el espaciamiento de los rociadores, que varían según su tipo de riesgo. Además, se consideran características del edificio como altura de techos, materiales de construcción y compartimentación, para asegurar que el agua llegue de manera efectiva y uniforme, controlando el incendio desde sus primeras etapas (Cotto Chajón, 2024).

Tabla 2

Clasificación de los tipos de riesgos de incendio.

Clasificación de la actividad	Presión residual necesaria	Caudal aceptable en la base de la tubería vertical de alimentación	Duración en minutos
Riesgo ligero	15 PSI	500-750 gpm	30-60
Riesgo ordinario (Grupo 1)	15 PSI o más	700-1000 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 2)	15 PSI o más	850-1500 gpm	60-90
Riesgo ordinario (Grupo 3)	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente.		60-120
Almacenes	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Además véase el Capítulo 7 de la norma 13 de la NFPA, y las normas 231 y 231C de la NFPA.		
Edificios de gran altura	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente. Véase también el Capítulo 8 de la norma 13 de la NFPA.		
Riesgo extra	Los requisitos de presión y de caudal para los rociadores y mangueras debe determinarlos la autoridad competente		

Nota: La Tabla nos indica los tipos de riesgos de incendio, caudales y presiones a considerar según la NFPA 13, tomado de (NFPA, 2018b).

Las características más importantes de los rociadores son su factor K, de este factor puede

llegar a determinar cuánto es el caudal que consume un rociador o boquilla y a qué presión trabaja. Este factor es importante, ya que ayuda a determinar el cálculo de consumo de un sistema contra incendio (Salinas, 2012).

Tabla 3

Factor k de los rociadores.

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

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 27.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

Nota: En la Tabla se detalla el factor K de los rociadores según el tipo de rosca, conforme a los criterios establecidos en la norma NFPA 13, tomado de (NFPA, 2018b)

5.2.3.2. Sistema de extinción por bocas de incendios o Gabinetes

Los gabinetes contra incendios son equipos esenciales de primera respuesta, diseñados para alojar mangueras y accesorios que permiten suministrar agua a presión directamente desde la red hidráulica de protección (Ruiz Téllez, 2016).

Su función principal es brindar un acceso rápido y seguro en caso de emergencia, facilitando el control inicial del incendio, se instalan en puntos estratégicos de la edificación y trabajan en conjunto con válvulas, tuberías y bombas del sistema. Existen diferentes tipos de gabinetes (Zhunio Medina, 2024).

- **Gabinete tipo I:** “Caja de 77x77x22; válvula tipo globo de 1 1/2"x 1 1/2"; Manguera de 30m de 1 1/2"; Boquilla de chorro de neblina de 1 1/2"; Hacha pico de 4 1/2 lb; llave

spanner de un servicio; Extintor PQS” (América, 2025).

Figura 5

Gabinete tipo I.



Nota: En la Figura se puede observar como se ve un gabinete de tipo I, tomado de (Blacksteel S.A.C., s.f.).

- **Gabinete tipo II:** “Caja de 77x77x24; válvula tipo globo de 2 1/2"x 2 1/2"; Manguera de 30m de 2 1/2"; Boquilla de chorro de neblina de 2 1/2"; Hacha pico de 4 1/2 lb; llave spanner de dos servicios; Extintor PQS” (América, 2025).

Figura 6

Gabinete tipo II.



Nota: En la Figura se puede observar como se ve un gabinete de tipo II, tomado de (Extintores Camein, 2021).

- **Gabinete tipo III:** “Caja de 77x77x24; 2 Válvulas tipo globo de 1 1/2"x 1 1/2"; Manguera de 30m de 1 1/2"; Boquilla de chorro de neblina de 2 1/2"; Hacha pico de 4 1/2 lb; spanner de dos servicios; Extintor PQS” (América, 2025).

Figura 7

Gabinete tipo III.



Nota: En la Figura se puede observar como se ve un gabinete de tipo III, tomado de (KOS-KIEL, s.f.).

- **Gabinete tipo libro:** “Caja de 60x50x18; Manguera de 30m de 2 1/2”; llave spanner de un servicio” (América, 2025).

Figura 8

Gabinete tipo libro.



Nota: En la Figura se puede observar como se ve un gabinete de tipo libro, tomado de (Lesspiro, s.f.).

Para el uso de este sistema es común el uso de gabinete tipo II, que necesita que el personal sea capacitado para un eventual incendio en el caso de no llegar a tiempo el cuerpo de bomberos. La implementación de este sistema está de acuerdo con la normativa (NFPA 14) “**Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras**”(NFPA, 2018c).

5.2.3.3. Sistema de extinción por agentes limpios

Los agentes limpios son los medios de extinción utilizados en sistemas automáticos contra incendios que actúan mediante la descarga controlada de un gas o compuesto químico, sin dejar residuos tras su aplicación (Erazo Carrion, 2019).

Estos agentes se almacenan en recipientes presurizados y se liberan automáticamente a través de boquillas difusoras cuando el sistema de detección identifica condiciones de incendio. Su funcionamiento se basa en la absorción de calor, la interrupción de la reacción química de la combustión o la reducción del oxígeno en el ambiente, permitiendo una extinción rápida y eficaz del fuego, especialmente en áreas con equipos eléctricos, electrónicos o bienes sensibles, sin causar daños a los mismos; Los agentes limpios utilizados en los sistemas automáticos de extinción de incendios se clasifican principalmente (Fleximecan, 2025).

- **Agentes halocarbonados:** Son agentes limpios para la extinción de incendios, compuestos químicos (derivados del metano/etano con halógenos como flúor, bromo) que actúan física y químicamente, son no conductores, no dejan residuos y son seguros para equipos electrónicos (O'Connor, 2022).
- **Agentes inertes:** Es un gas químicamente estable que no reacciona fácilmente con su entorno, como el nitrógeno o el argón, y se usa para desplazar el oxígeno y la humedad en aplicaciones industriales, desde la soldadura y la conservación de alimentos hasta la extinción de incendios, para prevenir reacciones no deseadas (O'Connor, 2022).

Figura 9

Sistema de agentes limpios



Nota: En la Figura se puede observar que el sistema de agentes se compone de un tanque, valvulas y tuberías, tomado de (SAC, 2025)

Para el uso de este sistema es común usar agentes halocarbonados. La implementación

de este sistema está de acuerdo con la normativa (NFPA 2001) “**Norma sobre sistemas de extinción de agentes limpios**” (NFPA, 2025).

5.3. Componentes de un sistema contra incendios

La variedad de diseños en sistemas contra incendios es extensa, pero los sistemas hidráulicos se encuentran entre los más utilizados y comunes. Estos sistemas son particularmente rentables en el campo hidroeléctrico , ya que es posible aprovechar el agua que ingresa a generación o el agua turbinada como fuente de abastecimiento para el sistema contra incendios (Vélez Sarmiento, 2024).

Estos sistemas generalmente están conformados por:

- Redes de tuberías
- Accesorios
- Detectores de humo
- Válvulas
- Sistema de bombeo
- Tanque de reserva
- Sistema de señalización y alarma
- Columna seca

5.3.1. Redes de tuberías

En un sistema contra incendios, las tuberías constituyen el elemento esencial para el transporte y distribución del agua desde la fuente de suministro hasta los dispositivos de descarga como rociadores y gabinetes. Estas deben cumplir con estrictos estándares de resistencia mecánica, durabilidad y compatibilidad con la presión de trabajo establecida en el diseño (Willis y Llaja, 2020).

Generalmente, se utilizan tuberías de acero al carbono (negro o galvanizado) por su alta resistencia a la presión y a los impactos, así como tuberías de acero inoxidable o de materiales

plásticos como CPVC en aplicaciones específicas, especialmente en interiores (Martínez Arciniegas, 2025).

Tabla 4

Materiales y dimensiones de accesorios según la NFPA 15.

Tabla 5.4.1 Materiales y dimensiones de accesorios

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro fundido	
Accesorios Roscados de Fundición Gris, Clases 125 y 250	ASME B16.4
Bridas y Accesorios Embridados de Fundición Gris	ASME B16.1
Hierro maleable	
Accesorios Roscados de Hierro Maleable, Clases 150 y 300	ASME B16.3
Acero-	
Accesorios de Acero Forjado, Soldados a Tope, Elaborados en Fábrica	ASME B16.9
Soldadura a Tope de Extremos	ASME B16.25
Especificación Normalizada para Accesorios de Tuberías de Acero al Carbono Forjado y de Acero Aleado para Servicio a Temperatura Moderada y Alta	ASTM A234/A234M
Bridas de Tuberías y Accesorios Embridados	ASME B16.5
Accesorios Forjados, Soldados a Encaje y Roscados	ASME B16.11
Cobre	
Accesorios de Presión de Juntas de Soldadura de Aleaciones de Cobre y Cobre Forjado	ASME B16.22
Accesorios de Presión de Juntas de Soldadura de Aleaciones de Cobre Fundido	ASME B16.18
Hierro dúctil	
Especificación Normalizada para Fundiciones de Hierro Dúctil	ASTM A536
Acero inoxidable	
Especificación Normalizada para Brida de Tuberías de Acero Aleado Forjado o Laminado, Accesorios Forjado y Válvulas y Piezas para Servicio a Temperatura Alta	ASTM A182/A182M

Nota: En la Tabla se detallan los materiales y las dimensiones de los accesorios, así como la normativa vigente aplicable, tomado de (NFPA, 2017).

El dimensionamiento del diámetro de las tuberías en una red contra incendios para los sistemas con rociadores, se realiza siguiendo la (NFPA 14) “**Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras**”. El diámetro requerido se determina analizando la

cantidad de rociadores en la zona. Esto asegura el flujo y la presión adecuados de agua para una protección efectiva según la densidad de descarga necesaria (NFPA, 2018c).

Tabla 5

Diámetro de tubería en función del número de sprinkles según la NFPA 13.

Acero		Cobre	
1"	2 rociadores	1"	2 rociadores
1 ¼"	3 rociadores	1 ¼"	3 rociadores
1 ½"	5 rociadores	1 ½"	5 rociadores
2"	10 rociadores	2"	12 rociadores
2 ½"	30 rociadores	2 ½"	40 rociadores
3"	60 rociadores	3"	60 rociadores
3 ½"	100 rociadores	3 ½"	115 rociadores
4"	Ver Sección 4-2	4"	Ver Sección 4-2

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm

Nota: En la Tabla se detalla el diámetro de la tubería utilizada para el diseño de sistemas contra incendios, según el número de rociadores por tramo, tomado de (NFPA, 2018c).

Figura 10

Red de tubería contra incendio cédula 10



Nota: En la Figura se puede observar una red de tubería de cédula 10 de un sistema contra incendios, tomado de (DIPAC Manta S.A., 2023).

5.3.2. Accesorios

Los accesorios en los sistemas contra incendios son elementos fundamentales que permiten la correcta instalación, conexión y distribución del agua dentro de la red hidráulica. Su función principal es facilitar uniones, derivaciones, cambios de dirección y adaptaciones de diámetro, garantizando así la continuidad y eficiencia del flujo (Fernandez Lopez, 2019).

De acuerdo a la normativa NFPA 13 y NFPA 15, los accesorios usados en sistemas de tuberías deben estar basados en los parámetros que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6

Materiales y dimensiones de uniones según la NFPA 13.

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro fundido	
<i>Accesorios roscados de hierro gris</i>	ANSI B16.4
<i>Bridas y accesorios bridados de tubería de hierro gris</i>	ANSI B16.1
Hierro maleable	
<i>Accesorios roscados de hierro maleable</i>	ANSI B16.3
Hierro dúctil	
<i>Accesorios de hierro dúctil y hierro gris</i>	AWWA C110
<i>Accesorios compactos de hierro dúctil para servicio de agua</i>	AWWA C153
Acero	
<i>Accesorios soldados al tope en acero forjado hechos en fábrica</i>	ANSI B16.9
<i>Terminales soldados al tope</i>	ANSI B16.25
<i>Especificación de norma para accesorios de tubería de acero forjado al carbono y acero aleado para servicio de temperatura moderada y alta</i>	ASTM A 234
<i>Bridas de tubería y accesorios bridados</i>	ANSI B.16.5
<i>Accesorios forjados, de manguito soldado y roscados</i>	ANSI B16.11

Nota: En la Tabla se pueden observar los materiales y las dimensiones de las uniones, junto con su norma vigente, tomado de (NFPA, 2017).

Al seleccionar los accesorios, es fundamental llevar a cabo un análisis detallado de cada tramo hidráulico. El diseño permite la flexibilidad para incorporar montajes utilizando accesorios roscados, bridados o ranurados, eligiendo el método más adecuado según los requisitos específicos y las necesidades operativas de la red (Tunjacipa y Ramirez, 2024).

- **Roscados:** Son accesorios que tienen hilos de tornillo (roscas) en su interior o exterior, se unen por medio de roscado el accesorio directamente en el extremo roscado de la tubería (BESTAR STEEL , 2021).

Figura 11

Tuberías roscadas.



Nota: La Figura muestra diversos diámetros de tuberías roscadas utilizadas en el sistema, tomado de (DIPAC Manta S.A., 2023).

- **Brindados:** Son accesorios que tienen un borde plano (brida) con orificios para pernos en sus extremos. Dos bridas, una en el accesorio y otra en la tubería o equipo, se alinean y se sujetan firmemente usando pernos y tuercas, y se sella la conexión con una junta o empaquetadura colocada entre las dos caras de la brida (Leal y Bonilla, 1963).

Figura 12

Accesorios bridados para tuberías.



Nota: En la Figura se muestran diferentes accesorios bridados, tomado de (Inversiones SSY, 2023).

- **Ranurados:** Son accesorios que utilizan una abertura (ranura) mecanizada alrededor de la circunferencia de los extremos de la tubería. Se inserta una junta de goma sobre la ranura de las tuberías y luego se sujeta firmemente con un acoplamiento de dos o tres piezas que se atornilla (Leal y Bonilla, 1963).

Figura 13

Accesorios ranurados para tuberías.



Nota: La Figura muestra diversos accesorios ranurados utilizados en el sistema contra incendios, tomado de (ZENSITEC, 2023).

5.3.3. Sistemas de detección y señalización

En un sistema contra incendios, los sistemas de detección cumplen la función esencial de identificar, de manera rápida y precisa, la presencia de condiciones que puedan indicar un incendio, como humo, calor, llamas o gases generados por la combustión; Estos dispositivos permiten una respuesta temprana, ya sean detectores de humo, detectores de energía radiante o detectores de calor (Rodríguez, 2005).

- **Detectores de humo:** Son dispositivos que responden a las partículas de combustión visibles o invisibles que se dispersan en el aire. Usan principios ópticos (fotoeléctricos) o eléctricos (iónicos) para identificar la presencia de humo (S&P, 2023).

Figura 14

Detector de humo.



Nota: En la Figura se puede observar un detector de humo fotoeléctrico, tomado de (Macroquil, 2023).

- **Detectores de energía radiante:** Son dispositivos que responden a la energía luminosa y radiación electromagnética emitida por una llama abierta, por medio de una onda específica dentro del espectro ultravioleta (UV) o infrarrojo (IR) (S&P, 2023).

Figura 15

Detector de energía radiante.



Nota: La Figura muestra un detector de llama de energía radiante diseñado para áreas de alto riesgo, tomado de (ININ, 2020).

- **Detectores de calor:** Son dispositivos que responden a un aumento anormal en la temperatura ambiente en un área protegida, se activan cuando se alcanza un umbral de temperatura preestablecido o cuando la temperatura sube demasiado rápido (Ramos y cols., 2002).

Figura 16

Detector de calor.



Nota: En la Figura se aprecia un detector de calor de temperatura fija, utilizado para la activación del sistema de alarma, tomado de (BOSCH, 2025).

El sistema de alarma contra incendios es un elemento esencial para proteger la vida de las personas en instalaciones industriales y educativas. Su función principal es detectar oportunamente el fuego o los gases generados por la combustión, permitiendo una evacuación rápida y segura, así como la reducción de posibles pérdidas materiales (Yungán Pintag, 2016).

En los laboratorios de mecánica y electricidad, donde convergen riesgos derivados de procesos térmicos, el uso de maquinaria pesada y la presencia de sistemas de alta tensión, se aplicará la norma NFPA 72 (NFPA, 2021) con el fin de regular el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios; los sistemas de señalización y alarma en los sistemas contra incendios constan (Martínez Jiménez, 2023).

- Luces de emergencia
- Luz estroboscópica
- Difusor de sonido

- Pulsador de emergencia manual
- Carteles foto luminiscente
- Botiquines

Figura 17

Dispositivos de detección y alarma



Nota: En la Figura, se pueden observar los dispositivos de detección y alarma utilizados en los sistemas contra incendios, tomado de (Test, 2025).

5.3.4. Válvulas

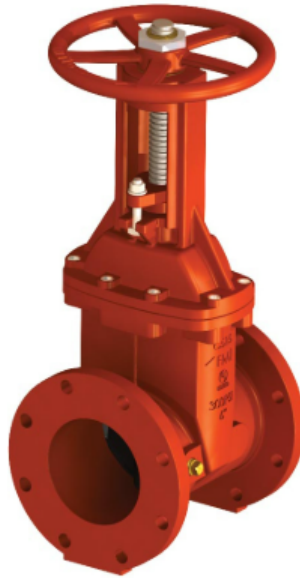
Las válvulas son componentes hidromecánicos cruciales para regular y controlar el flujo dentro de una red de tuberías. En los sistemas contra incendios, estos elementos son indispensables. Permiten dirigir el agua desde la reserva hasta el equipo de bombeo y, finalmente, controlan su distribución precisa hacia los puntos de descarga, como rociadores, hidrantes y mangueras. Se detallan las válvulas más utilizadas en las redes contra incendios (Mansilla, 2014).

- **Válvula de compuerta:** Una válvula de compuerta es un elemento hidromecánico utilizado para permitir o detener completamente el paso de un fluido o gas en una línea hidráulica. Es la válvula más utilizada en procesos industriales que emplean redes de tuberías. El funcionamiento de las válvulas es por medio de un disco o compuerta plana

que se mueve perpendicularmente al flujo del fluido (AVK Válvulas S.A., 2024).

Figura 18

Válvula de compuerta AWWA modelo 2030.

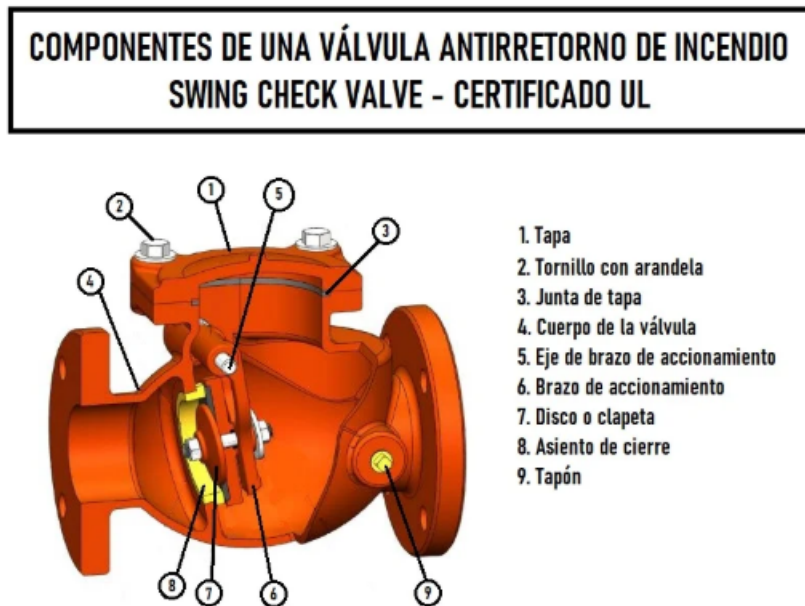


Nota: La Figura muestra una válvula de compuerta utilizada para el control de flujo, tomado de (CUPERSA, 2016).

- **Válvula check:** La válvula de retención o válvula check es un elemento hidromecánico esencial diseñado para garantizar el flujo unidireccional de un fluido o gas dentro de un sistema de tuberías. Su función principal radica en permitir el paso en una sola dirección operativa, mientras que se cierra de forma automática al detectar cualquier inversión en la dirección del flujo (TLV, 2023).

Figura 19

Válvula check.



Nota: En la Figura se pueden observar una válvula check y sus diferentes componentes, tomado de (ZENSITEC, 2023).

- **Válvula de compuerta OS&Y:** Las válvulas OS&Y (Outside Screw and Yoke) son un tipo de válvula de compuerta. Controlan el flujo de agua mediante una barrera o compuerta que se desplaza perpendicularmente a la dirección del caudal. Al presionar esta compuerta contra los asientos de válvula internos, se genera un sello hermético que detiene el paso del agua (QRFS Blog, 2020).

Figura 20

Válvula de compuerta OS&Y.

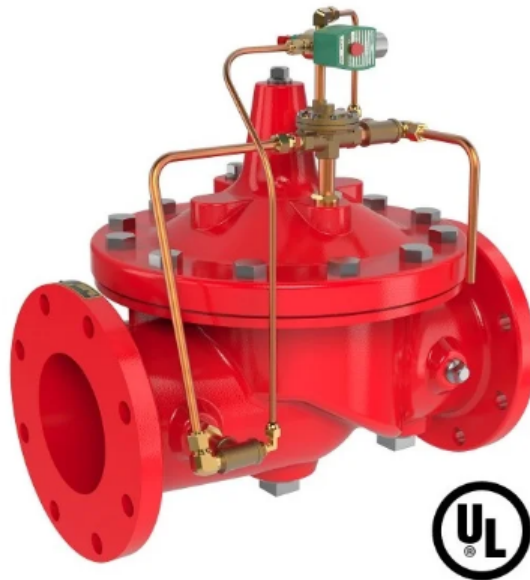


Nota: En la Figura se observa la válvula de compuerta OS&Y esta permite verificar visualmente si el paso de agua está habilitado (ZENSITEC, 2023).

- **Válvula de diluvio:** Una válvula de diluvio es un componente clave en sistemas contra incendios que, al activarse, abre el paso para descargar grandes volúmenes de agua simultáneamente por todos los rociadores en áreas de alto riesgo, como hangares o plantas químicas, inundando la zona para una extinción rápida y masiva del fuego (Zensitec, 2023).

Figura 21

Válvula de diluvio Cla-Val modelo 134-05.



Nota: La Figura muestra la configuración de una válvula de diluvio modelo 134-05 y su respectivo trim de control, tomado de (ZENSITEC, 2023).

- **Válvula de alivio:** Una válvula de alivio es un dispositivo de seguridad crucial en sistemas de fluidos (líquidos o gases) que se abre automáticamente cuando la presión supera un límite preestablecido, liberando el exceso de fluido para prevenir daños, explosiones o fallas catastróficas en tuberías, equipos y tanques, protegiendo así el sistema y la propiedad (Cortés Rodríguez y Velandia Álvarez, 2022).

Figura 22

Válvula de alivio.



Nota: La Figura muestra una válvula de alivio de presión, diseñada para proteger la integridad del sistema, tomado de (ZENSITEC, 2023).

- **Filtro en Y:** Un filtro en Y es un dispositivo mecánico que se instala en tuberías para retener partículas sólidas no deseadas (suciedad, óxido o sedimentos) presentes en líquidos, gases o vapor, protegiendo así equipos sensibles como válvulas, bombas e instrumentos aguas abajo (Kolstad, 2024).

Figura 23

Filtro en Y



Nota: La Figura muestra un filtro en Y encargado de retener partículas sólidas para proteger las válvulas del sistema, tomado de (ZENSITEC, 2023).

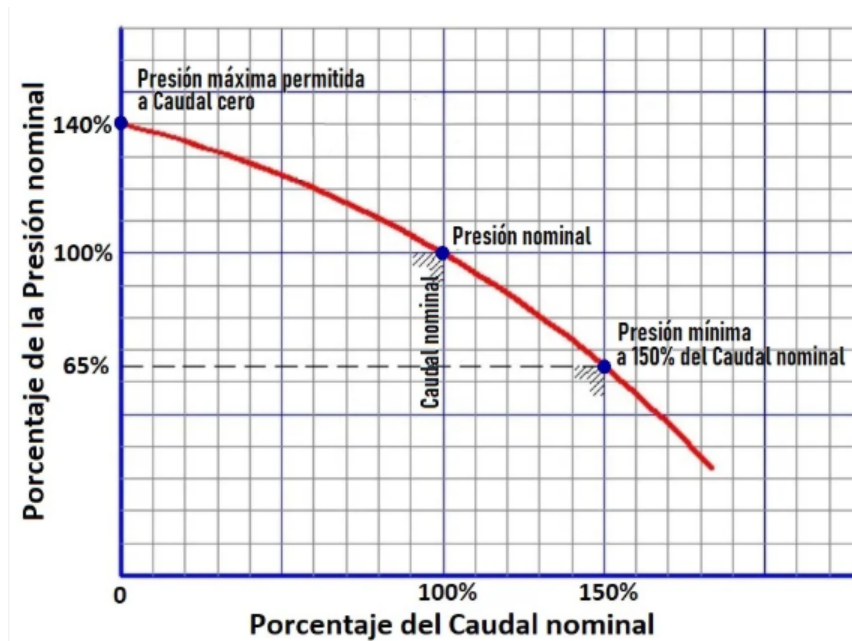
5.3.5. Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo es un conjunto de equipos diseñados para transferir o elevar fluidos de un punto a otro, superando desniveles, pérdidas por fricción y presiones existentes. Es un componente esencial en diversas aplicaciones industriales, municipales y agrícolas, siendo crucial para el transporte y circulación de fluidos (Masaquiza y Ninasunta, 2024).

Según la norma NFPA 20 “La bomba debe ser capaz de proporcionar hasta el 150% del caudal nominal. La bomba debe dar por lo menos el 65% de la presión nominal al 150% de la capacidad. La bomba debe tener la curva con el incremento de presión hacia el cierre y no exceder el 140% del valor nominal de presión”.(NFPA, 2025)

Figura 24

Curva característica de una bomba contra incendios.



Nota: En la Figura, se puede observar la curva característica de una bomba contra incendios, la cual relaciona el caudal suministrado con la presión generada por el equipo, tomado de (ZENSITEC, 2023).

Un cuarto de bombas diseñado para un sistema de protección contra incendios debe estar equipado con un conjunto de bombas que garantizan la activación y el mantenimiento de la presión y el caudal, según la NFPA 20 (NFPA, 2025).

Figura 25

Cuarto de bombas



Nota: En la Figura se puede observar un cuarto de bombas de un sistema contra incendios, tomado de (Design Engineering Blog, 2024).

El cuarto de bombas tiene que estar equipado principalmente con una bomba principal, secundaria y una bomba auxiliar (Pahuara Rojas, 2020).

- **Bomba principal (Eléctrica):** La bomba principal se compone de una bomba hidráulica, es una máquina generadora que tiene como función principal convertir la energía mecánica suministrada por un motor (eléctrico) en energía hidráulica. La bomba que más destaca es la bomba centrífuga horizontal en los sistemas contra incendios (Guzmán y Mosquera, 2017).

Figura 26

Bomba principal con motor electrico.

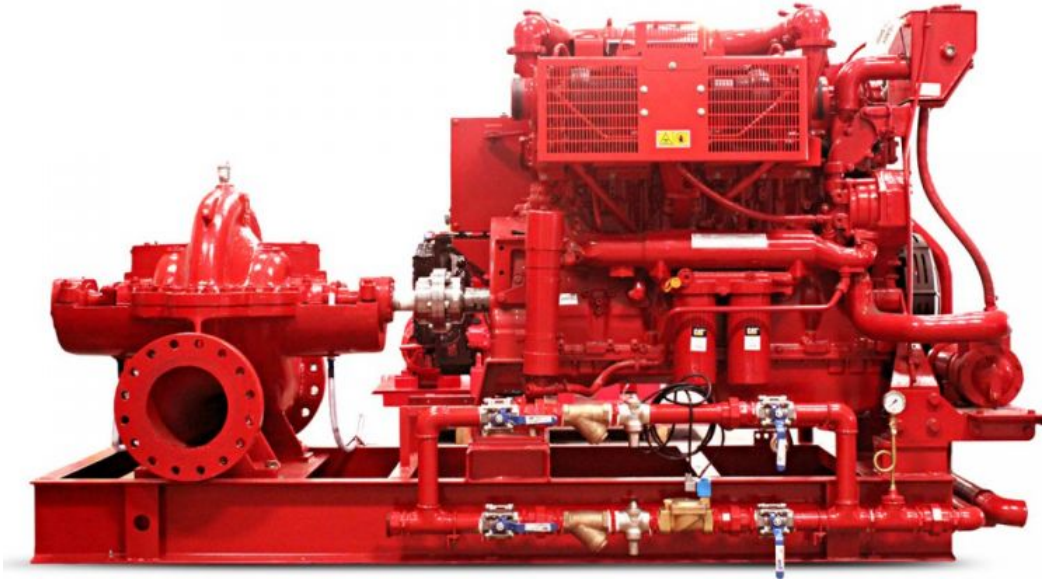


Nota: En la Figura se puede observar una bomba principal con motor electrico de un sistema contraincendios junto con la bomba y panel de control, tomado de (ZENSITEC, 2023).

- **Bomba secundaria (Diesel):** La bomba secundaria consiste en un conjunto de bombeo cuya fuerza proviene de un motor de combustión interna (a diésel). Su función es actuar como respaldo crítico, transformando la energía térmica del combustible en energía mecánica y, posteriormente, en energía hidráulica mediante el cuerpo de la bomba (Larrea Santa Cruz, 2020).

Figura 27

Bomba secundaria con motor a combustión.



Nota: En la Figura se puede observar una bomba secundaria a diesel de un sistema contraincendios junto con la bomba y panel de control, tomado de (Germek Equipamentos, 2025).

- **Bomba jockey:** Una bomba jockey es una pequeña bomba auxiliar que forma parte esencial de un sistema de protección contra incendios. Su función principal es mantener la presión de la red de tuberías de manera constante, evitando que la bomba principal, que es mucho más grande y costosa de operar, se encienda por pequeñas fugas o variaciones mínimas de presión (Sánchez, 2018).

Figura 28

Bomba Jockey marca Gaotian.



Nota: En la Figura se puede observar una bomba Jockey de un sistema contraincendios, tomado de (GT-Pump, 2024).

El sistema de bombeo funciona de forma autónoma, activándose al instante en cuanto se detecta un incendio para enviar agua con la presión necesaria hacia los hidrantes o rociadores. Para garantizar que nunca falte el agua, las bombas eléctricas y diésel están conectadas en paralelo; de esta manera, si la unidad eléctrica principal llega a fallar, la secundaria de motor diésel arranca de inmediato para tomar el relevo y proteger la instalación (Sigcho Lala, 2018).

5.3.6. Tanque de reserva

Para que la instalación del sistema de rociadores y gabinetes funcione correctamente, es fundamental integrar una cisterna de almacenamiento bajo los estándares de la normativa NFPA 22 NFPA (2018d) y NFPA 13NFPA (2018b). El diseño y la capacidad de este tanque no son arbitrarios, sino que deben calcularse en función del caudal necesario y la autonomía de tiempo requerida para combatir el incendio con éxito, la cual nos da la norma.

Es fundamental situar los tanques de manera estratégica para que, tanto el depósito como

su estructura, queden a salvo de las llamas. Se debe tener especial cuidado con esta ubicación, previendo que el tanque podría encontrarse en las inmediaciones de una zona con alto riesgo de incendio (Salazar y Martínez, 2011).

- **Tanques por gravedad:** Los tanques elevados o de gravedad funcionan aprovechando su altura para generar presión de forma natural. Aunque son muy efectivos para estabilizar la presión en las redes de suministro municipal, no es común verlos como fuente principal en sistemas privados de protección contra incendios (Greene, 2024).

Figura 29

Tanque por gravedad.



Nota: La Figura muestra un tanque de gravedad; este tipo de reserva garantiza una presión constante en la red mediante la energía potencial del agua., tomado de (Aquastore de México, 2023).

- **Tanques de succión:** Los tanques de succión se instalan a nivel del suelo, por lo que no generan presión por sí mismos. Su función es servir como reserva para que una bomba de incendios succione el agua y le otorgue la presión requerida por el sistema (Greene, 2024).

Figura 30

Tanque por succión.

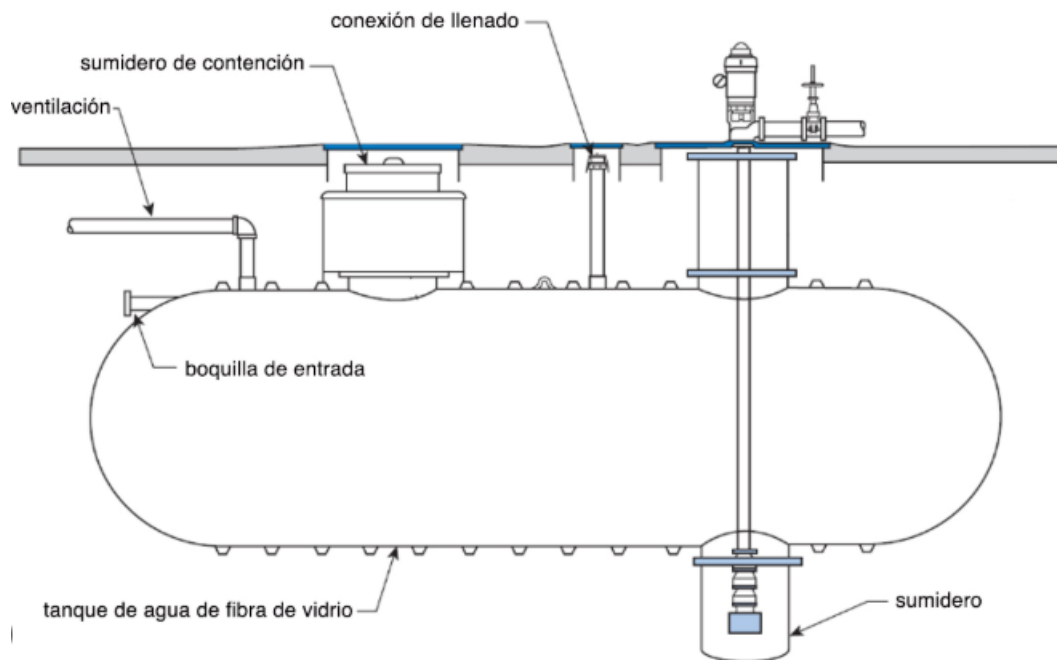


Nota: En la Figura se aprecia el tanque de succión, el cual suministra el caudal necesario hacia la bomba principal., tomado de (Greene, 2024).

- **Tanques subterráneos:** Los tanques subterráneos funcionan de manera similar a los de succión, ya que no generan presión propia y dependen de una bomba para presurizar el sistema. Para su operación, es indispensable utilizar una bomba de turbina vertical o, en su defecto, instalar el equipo de bombeo por debajo del nivel del tanque para garantizar el suministro de agua (Greene, 2024).

Figura 31

Tanque subterráneo.



Nota: En la Figura, se puede observar un tanque subterráneo y sus componentes principales, tomado de (Greene, 2024).

A continuación, se indican los parámetros técnicos para la selección de los accesorios de un tanque de reserva mencionado en la NFPA 22 NFPA (2018d) sus características son las siguientes:

- Placa anti vórtice
- Tubería de succión
- Tubería de limpieza
- Tubería de alimentación
- Tubería de rebose

5.3.7. Columna seca

La columna seca es un elemento fundamental dentro de un Sistema Contra Incendios (SCI), especialmente en edificaciones de varios niveles. Su función principal es facilitar el suministro

de agua a los cuerpos de bomberos durante una emergencia, permitiendo la conexión directa de sus equipos de bombeo a la red interna del edificio. A diferencia de la columna húmeda, la columna seca permanece normalmente sin agua y solo se presuriza cuando es requerida en una situación de incendio (Grupo Lasser, 2023).

Este sistema está compuesto por una tubería vertical instalada generalmente en la caja de escaleras o zonas de fácil acceso, que cuenta con una toma de conexión siamesa a nivel exterior del edificio y válvulas de salida en cada piso. Estas válvulas permiten a los bomberos conectar mangueras y atacar el fuego de manera rápida y eficiente, reduciendo tiempos de respuesta y pérdidas materiales (Sánchez, 2018).

Figura 32

Siamesa.



Nota: La Figura muestra una conexión siamesa; esta permite que los bomberos suministren agua directamente a la red del edificio, tomado de (Ybirma, 2023).

5.4. Aprobaciones UL y FM

Los componentes que integran un sistema contra incendios, tales como bombas, rociadores, tuberías, válvulas, accesorios y equipos de extinción fija, deben cumplir con exigentes criterios de seguridad y desempeño. Estos elementos son sometidos a rigurosos ensayos y procesos de certificación bajo los estándares internacionales de FM (Factory Mutual) y UL (Underwriters

Laboratories), los cuales evalúan su resistencia, fiabilidad y correcto funcionamiento en condiciones reales de incendio (Duque Granja, 2015).

Figura 33

Logo de certificación UL y FM.



Nota: En la Figura se puede observar el detalle de los logotipos de certificación UL y FM presentes en la placa de características del equipo (INGSERV Ltda, 2026).

La NFPA exige que todos los equipos utilizados en sistemas contra incendios cuenten previamente con estas certificaciones antes de ser considerados en las etapas de diseño, selección e instalación (Nieto Carrillo y Ocaña Carrera, 2010).

5.5. Cálculo del sistema

Para llevar a cabo el dimensionamiento adecuado de una red de tuberías de agua a presión, es necesario evaluar diversos factores técnicos que influyen en su correcto funcionamiento. Entre ellos se incluyen las pérdidas de carga por fricción y por longitud (Coro Calvache, 2025).

$$H_f = (K1 \cdot \phi + K2) \cdot \left(\frac{120}{C}\right)^{1.85} \quad (1)$$

Donde:

- H_f Pérdida de presión por fricción. [m.c.a.]
- $K1, K2$ Coeficiente según el accesorio.
- ϕ Diámetro de la tubería. [in]; [m]

- C Coeficiente de C de Hazen Williams y Flamant.

De los datos que se establecen en la fórmula planteada, el dato de C se debe escoger de la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 7

Coeficiente C de Hazen Williams.

COEFICIENTES DE AJUSTE POR MATERIAL		
MATERIAL	COEFICIENTE (C)	
HF	0.00031	
ACERO	0.00018	90
COBRE	0.00012	130
HG	0.00023	90
PVC	0.0001	140
CONSIDERACIONES: Para diámetros < 2" se aplica FLAMANT		
Para diámetros >=2" se aplica HAZEN		

Nota: En la Tabla se presentan los coeficientes de rugosidad C de Hazen-Williams para los distintos materiales de tubería empleados en el sistema, tomado de (Pérez, 1997).

Un elemento crítico al elegir una boquilla es calcular su coeficiente de descarga (K), ya que este parámetro define la relación entre el caudal y la presión de salida del rociador (Salinas, 2012).

$$K = Q / \sqrt[2]{P} \quad (2)$$

Donde:

- K Factor de Boquilla.
- Q Caudal. [GPM]; [m³/s]; [l/s]
- P Presión. [m.c.a.]; [psi]

Para asegurar un suministro constante y eficiente, es imperativo cuantificar el trabajo hidráulico total requerido para transportar el agua desde la succión hasta el nodo más desfavorable de la red, compensando tanto el desnivel geométrico como las pérdidas energéticas

por fricción (Vargas Ramirez, 2016).

$$TDH = H_e + H_f + H_s \quad (3)$$

Donde:

- TDH Altura dinámica total. [m.c.a.]; [psi]
- H_e Altura estática (diferencia vertical entre la bomba y el punto más alto o más lejano del sistema). [m]; [ft]
- H_f Pérdidas por fricción en tuberías, accesorios, válvulas, etc. [m]; [ft]
- H_s Presión requerida en el punto de descarga, expresada como altura equivalente en metros de columna de agua. [m.c.a.]; [psi]

La potencia de bombeo determina la capacidad de transferencia de energía mecánica necesaria para movilizar el caudal volumétrico de diseño a través de la red hidráulica (Rivadeneira y Silva, 2013).

$$P(hp) = \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{76 \cdot \eta} \quad (4)$$

Donde:

- P Potencia de la bomba. [hp]
- γ Peso específico del fluido. [N/m^3]
- H Carga Dinámica total. [m.c.a.]; [psi]
- Q Caudal del sistema. [GPM]; [m^3/s]; [l/s]
- 76 Constante de conversión de unidades.
- η rendimiento de la bomba.

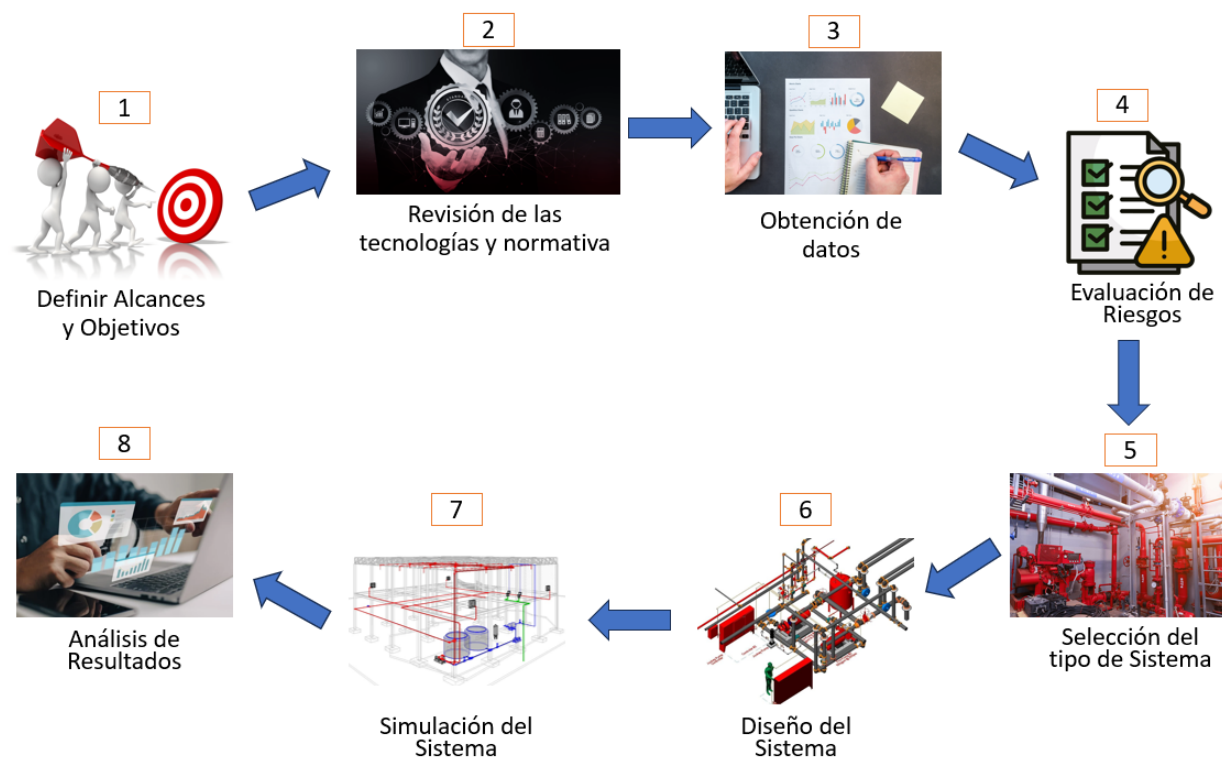
6. Marco metodológico

La metodología de la investigación fue de enfoque cuantitativo y analítico. Desde el enfoque cuantitativo, se determinaron parámetros técnicos como los espacios físicos, la altura de servicio, el caudal requerido y el volumen de la cisterna, entre otros. Además, se analizaron las dimensiones de la edificación, la identificación de puntos críticos y la disposición de los espacios en las áreas evaluadas. Por otra parte, desde el enfoque analítico, se llevó a cabo el estudio y la evaluación de normas nacionales e internacionales relacionadas directamente con el caso de estudio.

A continuación, se presenta la metodología aplicada para el diseño del sistema contra incendios.

Figura 34

Metodología del proceso aplicado para el diseño.



Nota: En la Figura se presenta la metodología detallada del diseño aplicado, describiendo cada una de las etapas del proceso de forma secuencial. Fuente elaboración propia (2026).

6.1. Normativas y tecnologías aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios

Para el diseño de un sistema de protección contra incendios en un establecimiento educativo, es de suma importancia conocer y aplicar las normativas vigentes, tanto a nivel nacional como internacional, entre las cuales se incluyen la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) MIDUVI (2011) y las normas de la National Fire Protection Association NFPA (2018) .

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de sistemas de protección contra incendios es el conocimiento de las tecnologías existentes y su correcta aplicación. Esto incluye el análisis de los distintos tipos de sistemas disponibles, su uso específico y su función dentro del sistema integral de protección, considerando criterios de eficiencia, confiabilidad y cumplimiento normativo.

La adecuada selección e integración de estas tecnologías permite garantizar una respuesta oportuna ante emergencias, optimizando la seguridad del personal, estudiantes y la protección de la infraestructura.

Las certificaciones UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual) garantizan que los equipos de protección contra incendios cumplen con estrictos estándares de seguridad, calidad y desempeño. Su aplicación reduce el riesgo de fallas en el sistema y asegura un funcionamiento confiable en situaciones de emergencia. Además, facilitan el cumplimiento de normativas y la aprobación por parte de las autoridades competentes.

6.2. Diagnóstico del estado actual de infraestructura y condiciones de seguridad de los laboratorios

En el diseño de un sistema de protección contra incendios para una edificación educativa, es fundamental considerar los riesgos presentes en las distintas áreas y sus condiciones de seguridad presentes en la edificación, a fin de garantizar una protección adecuada y acorde a las condiciones específicas de cada espacio.

6.2.1. Condiciones de la edificación

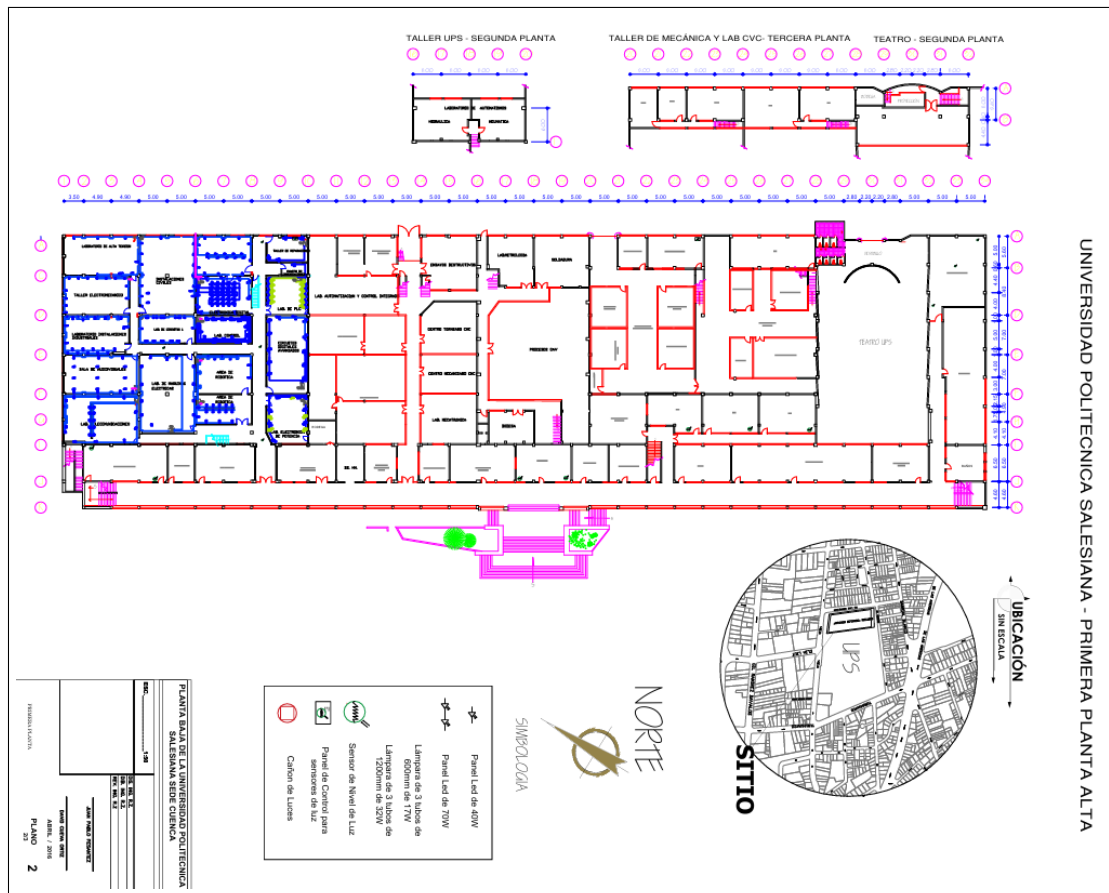
La edificación se encuentra ubicada dentro de un establecimiento educativo, en el edificio Cornelio Merchán de la Universidad Politécnica Salesiana, donde el área de diseño del sistema son los laboratorios de Mecánica y Eléctrica, donde se desarrolla actividad académica con la presencia de estudiantes, docentes y personal técnico en dichos espacios. A continuación, se detallan las características generales de este espacio.

- La edificación cuenta con diversas áreas destinadas a laboratorios, así como espacios administrativos y oficinas.
- La edificación dispone de infraestructura preexistente.
- Cuenta con dos plantas.
- La edificación no dispone de un plan de protección contra incendios adecuado.
- **Área total de diseño:** 4493.2 m^2

A continuación, se presenta el edificio Cornelio Merchán, en el cual se encuentran ubicados los laboratorios de Mecánica y Eléctrica.

Figura 35

Plano del edificio Cornelio Merchán, primera planta.

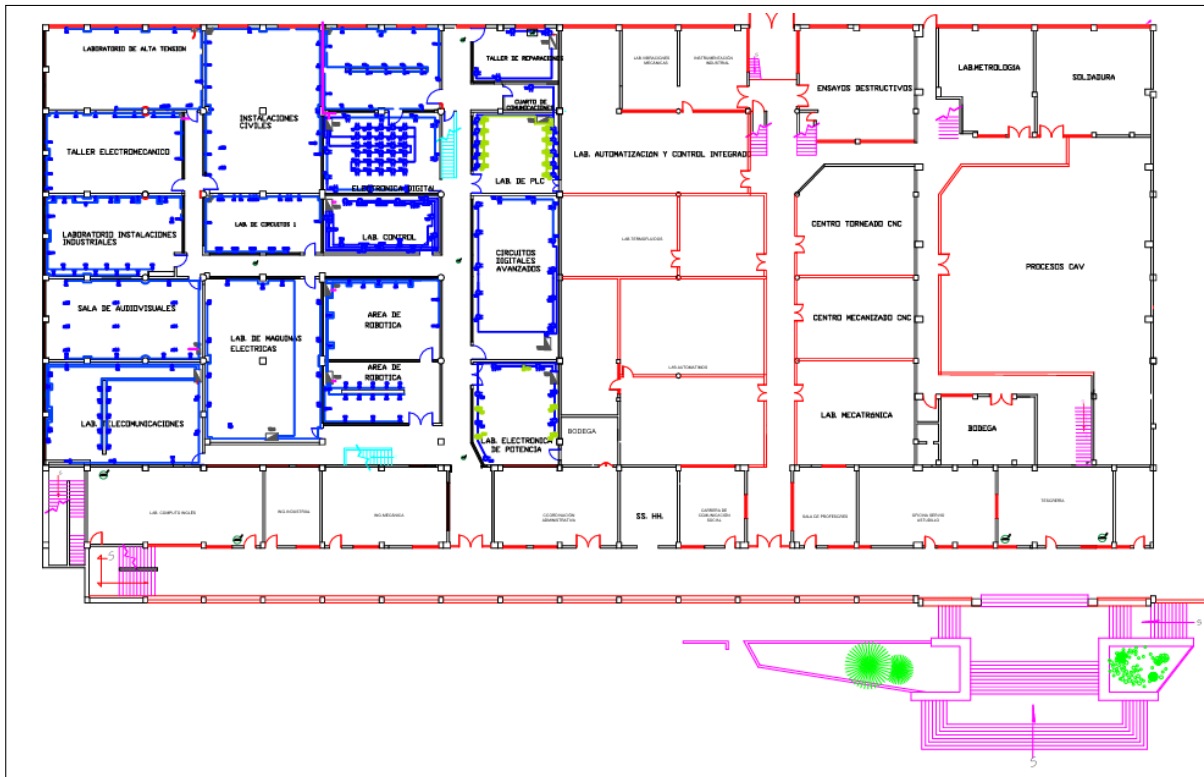


Nota: En la Figura se observa el plano del edificio Cornelio Merchán primera planta, donde se encuentran ubicados los laboratorios de Mecánica y Eléctrica; este material gráfico es proporcionado por cortesía de la Universidad Politécnica Salesiana.

A continuación, se presentan los laboratorios de Mecánica y Eléctrica ubicados en el edificio Cornelio Merchán, en el cual se realizará el diseño del sistema contra incendios.

Figura 36

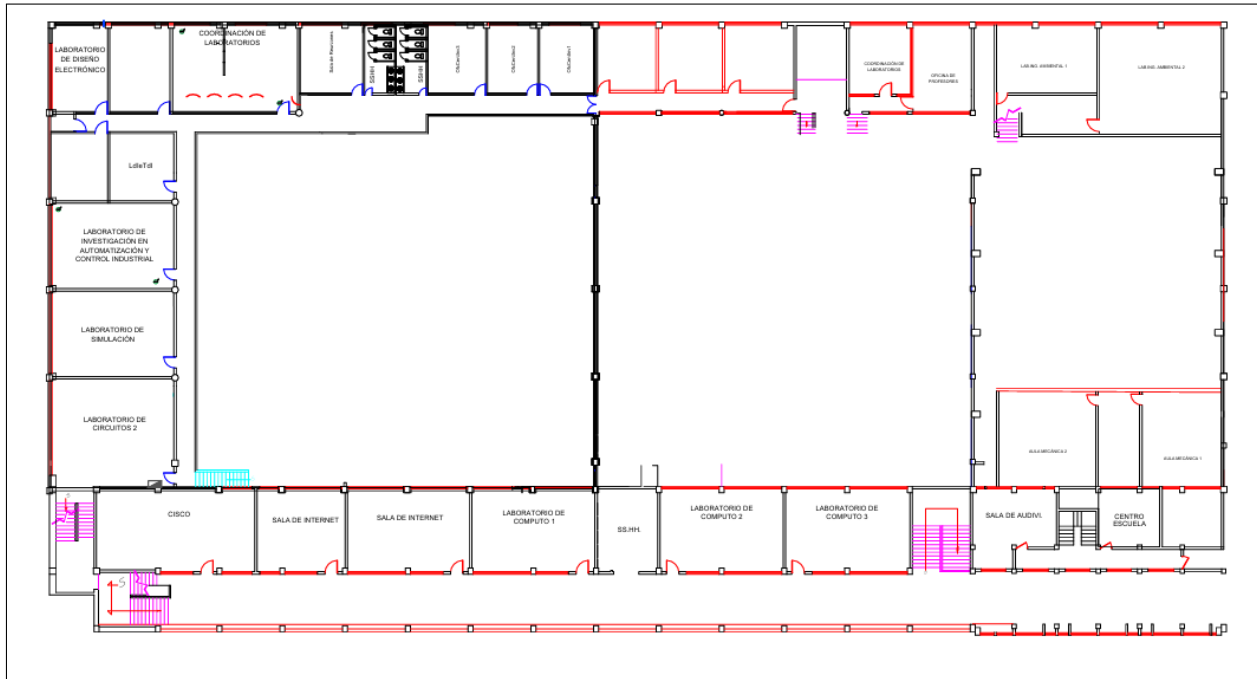
Plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica, primera planta.



Nota: En la Figura se observa el plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica primera planta, ubicados en el edificio Cornelio Merchán; este material gráfico es proporcionado por cortesía de la Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 37

Plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica, segunda planta.



Nota: En la Figura se observa el plano de los laboratorios de Mecánica y Eléctrica segunda planta, ubicados en el edificio Cornelio Merchán; este material gráfico es proporcionado por cortesía de la Universidad Politécnica Salesiana.

A continuación, en las Tablas 8 y 9 se presenta la situación actual de las instalaciones que presentan para combatir un incendio.

Tabla 8*Sistemas de detección y extinción de incendios en los laboratorios de Mecánica.*

Laboratorios	Sistema de detección	Sistema de extinción
Automatismos	Ninguno	Ninguno
Sistema modular de producción Mecanizado CNC (Torno y Fresadora)	Ninguno	Ninguno
Termofluidos	Ninguno	Ninguno
LACTI	Ninguno	Ninguno
Ensayos destructivos	Ninguno	Ninguno
GIMAT	Ninguno	Ninguno
Máquinas térmicas	Ninguno	Ninguno
Vibraciones	Ninguno	Ninguno
Instrumentación	Ninguno	Ninguno
Soldadura robot	Ninguno	Ninguno
Metrología	Ninguno	Ninguno
Soldadura	Ninguno	Extintor portátil PQS
Mecanizado CAV	Ninguno	Extintor portátil PQS
Radioactividad y toxicología	Ninguno	Ninguno
Sistemas mecatrónicos	Ninguno	Ninguno
Prototipado	Ninguno	Ninguno
Pasillos de los laboratorios	Estación manual de alarma	Extintor portátil PQS
Bodega	Ninguno	Extintor portátil PQS
Oficinas	Ninguno	Ninguno

Nota: En la Tabla se observa los sistemas de detección y extinción de incendios actualmente implementados en los laboratorios del área de Mecánica, primera y segunda planta.

Tabla 9*Sistemas de detección y extinción de incendios en los laboratorios de Electricidad.*

Laboratorios	Sistema de detección	Sistema de extinción
Electrónica de potencia	Ninguno	Ninguno
Circuitos digitales	Ninguno	Ninguno
Laboratorio de PLC	Ninguno	Ninguno
Electrónica analógica	Ninguno	Ninguno
Electrónica digital	Ninguno	Ninguno
Circuitos eléctricos 1-2	Ninguno	Ninguno
Robótica	Ninguno	Ninguno
Máquinas eléctricas	Ninguno	Ninguno
Telecomunicaciones	Ninguno	Ninguno
Embebidos	Ninguno	Ninguno
Instalaciones industriales	Ninguno	Ninguno
Instalaciones civiles	Ninguno	Ninguno
Taller electromecánico	Ninguno	Ninguno
Instalaciones civiles	Ninguno	Ninguno
Protecciones industriales	Ninguno	Extintor portátil PQS
Alta tensión	Ninguno	Ninguno
Control y Simulación LAB	Ninguno	Ninguno
Control automático	Ninguno	Ninguno
Simulación	Ninguno	Ninguno
Diseño electrónico	Ninguno	Ninguno
LdleTdl	Ninguno	Ninguno
Investigación	Ninguno	Ninguno
Baños	Ninguno	Ninguno
Pasillos de los laboratorios	Estación manual de alarma	Extintor portátil PQS
Bodega	Ninguno	Extintor portátil PQS
Oficinas	Ninguno	Ninguno

Nota: En la Tabla se observa los sistemas de detección y extinción de incendios actualmente implementados en los laboratorios del área de Electricidad, primera y segunda planta.

6.2.1.1. Análisis de riesgos del área de Mecánica

Cada uno de los laboratorios del área de Mecánica, presenta diversos riesgos, tanto en la primera planta como en la segunda planta, derivados tanto de las condiciones de la infraestructura como del uso de los equipos y dispositivos que se manejan en cada uno de estos espacios.

Análisis de riesgos en la primera planta

La primera planta del área de Mecánica cuenta con catorce laboratorios, una bodega y el pasillo, en los cuales se desarrolla actividad académica con la presencia de estudiantes y personal. A continuación, en la Tabla 10 se presenta el tipo de riesgo asociado a cada uno de estos espacios.

Tabla 10

Análisis de riesgos de la primera planta del área de Mecánica.

Laboratorios	Tipo de riesgo	Sistema de extinción
Automatismos	Ordinario grupo I	Rociadores & Agente limpio
Sistema modular de producción	Ordinario grupo I	Agente limpio
CNC (Torno y Fresadora)	Ordinario grupo I	Rociadores & Agente limpio
Termofluidos	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
LACTI	Ordinario grupo I	Rociadores & Agente limpio
Ensayos destructivos	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS y CO2
GIMAT	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Máquinas térmicas	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Vibraciones	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Instrumentación	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Metrología	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Soldadura	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Mecanizado CAV	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Soldadura robot	Ordinario grupo I	Agente limpio
Pasillos de los laboratorios	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Bodega	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS

Nota: En la Tabla se observa el tipo de riesgo de la primera planta área de Mecánica junto a su sistema de extinción según la NFPA 13 (NFPA, 2018b).

Análisis de riesgos en la segunda planta

En la segunda planta del área de Mecánica cuenta con tres laboratorios, seis oficinas y un aula, en los cuales se desarrolla actividad académica con la presencia de estudiantes y personal. A continuación, en la Tabla 11 se presenta el tipo de riesgo asociado a cada uno de estos espacios.

Tabla 11

Análisis de riesgos de la segunda planta del área de Mecánica.

Laboratorios	Tipo de riesgo	Sistema de extinción
Radioactividad y toxicología	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Sistemas mecatrónicos	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Prototipado	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Oficinas	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Aula	Ligero	Rociadores & Extintor PQS

Nota: En la Tabla se observa el tipo de riesgo de la segunda planta área de Mecánica junto a su sistema de extinción según la NFPA 13 (NFPA, 2018b).

6.2.1.2. Análisis de riesgos del área de Electricidad

Cada uno de los laboratorios del área de Eléctrica, tanto en la primera como en la segunda planta, presenta diversos riesgos asociados a las condiciones de la infraestructura y a la operación de equipos de alta potencia, máquinas eléctricas, tableros de control y demás dispositivos eléctricos utilizados en estos espacios.

Análisis de riesgos en la primera planta

La primera planta del área de Eléctrica cuenta con diecisiete laboratorios, una bodega y el pasillo, en los cuales se desarrolla actividad académica con la presencia de estudiantes y personal. A continuación, en la Tabla 12 se presenta el tipo de riesgo asociado a cada uno de estos espacios.

Tabla 12

Análisis de riesgos de la primera planta del área de Eléctrica.

Laboratorios	Tipo de riesgo	Sistema de extinción
Electrónica de potencia	Ordinario grupo I	Agente limpio
Circuitos digitales	Ordinario grupo I	Agente limpio
PLC	Ordinario grupo I	Agente limpio
Electrónica analógica	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Electrónica digital	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Circuitos 1 & 2	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Robótica	Ordinario grupo I	Agente limpio
Domótica	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Máquinas eléctricas	Ordinario grupo I	Agente limpio
Telecomunicaciones	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Instalaciones industriales	Ordinario grupo I	Agente limpio
Embebidos	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Taller electromecánico	Ordinario grupo I	Agente limpio
Protecciones Industriales	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Instalaciones civiles	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Alta tensión	Ordinario grupo I	Agente limpio
Pasillos	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Bodega	Ordinario grupo I	Agente limpio

Nota: En la Tabla se observa el tipo de riesgo de la primera planta área de Eléctrica junto a su sistema de extinción según la NFPA 13 (NFPA, 2018b).

Análisis de riesgos en la segunda planta

En la segunda planta del área de Eléctrica cuenta con siete laboratorios, cuatro oficinas y un baño, en los cuales se desarrolla actividad académica con la presencia de estudiantes y personal. A continuación, en la Tabla 13 se presenta el tipo de riesgo asociado a cada uno de estos espacios.

Tabla 13*Análisis de riesgos de la segunda planta del área de Eléctrica.*

Laboratorios	Tipo de riesgo	Sistema de extinción
Control automático	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Simulación	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Diseño electrónico	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Biomédicina	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
LdleTdl	Ordinario grupo I	Rociadores & Extintor PQS
Investigación	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Oficinas	Ligero	Rociadores & Extintor PQS
Baños	Ligero	Rociadores & Extintor PQS

Nota: En la Tabla se observa el tipo de riesgo de la segunda planta área de Electrica junto a su sistema de extinción segun la NFPA 13 (NFPA, 2018b).

6.2.1.3. Análisis de infraestructura

La infraestructura del edificio Cornelio Merchán de la Universidad Politécnica Salesiana cuenta con más de 50 años de antigüedad. A lo largo de este período, ha sido objeto de diversas modificaciones y adecuaciones, con el fin de adaptarse a los requerimientos funcionales y al uso que presenta en la actualidad.

Esto ha dado como resultado una estructura con instalaciones montadas en distintos tramos, lo cual influye directamente en el diseño e implementación del sistema de protección contra incendios. Esta condición limita las opciones de canalización y fijación de tuberías y dispositivos, incrementa la complejidad constructiva y puede afectar la estética y funcionalidad de los espacios, por lo que requiere soluciones técnicas específicas para garantizar el cumplimiento normativo y la correcta operación del sistema.

Figura 38

Edificio Cornelio Merchán.



Nota: En la figura se puede observar el edificio Cornelio Merchán de la Universidad Politécnica Salesiana, tomado de (Mercurio, 2024).

6.3. Diseño del sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad

El diseño del sistema contra incendios se ha contemplado para dos áreas: Mecánica y Eléctrica, cada una conformada por dos plantas. El área total de diseño es de $4493.2 m^2$. Los planos se pueden observar en las Figuras 36 y 37

El sistema consta de cuatro sistemas de extinción de fuegos, dos son de tipo húmedo y dos de tipo seco, así como de un sistema de detección, señalización y alarma, los cuales son:

- Sistema de extinción de incendios móviles (Extintores)

- Sistema de extinción de incendios por gabinetes.
- Sistema de extinción de incendios por rociadores.
- Sistema de extinción por agentes limpios.
- Sistema de detección, señalización y alarma.

6.3.1. Sistema de extinción de incendios móviles (Extintores)

En el sistema de extinción de incendios móviles intervienen los extintores portátiles, los cuales se encuentran distribuidos en toda el área de diseño, de acuerdo con el nivel de criticidad y el riesgo de cada zona a proteger, siguiendo la normativa NFPA 10, que nos habla de los extintores portátiles.

Los extintores a utilizar en el diseño son los siguientes:

- Extintor de polvo químico seco (PQS)
- Extintor de dióxido de carbono (CO₂)

El extintor de Polvo Químico Seco (PQS) es altamente efectivo para sofocar fuegos de Clase A, B y C. Por otro lado, el extintor de Dióxido de Carbono (CO₂) es para combatir incendios en equipos y dispositivos eléctricos sensibles.

6.3.1.1. Ubicación de los extintores portátiles

La ubicación de los extintores portátiles se rige por lo establecido en la normativa NFPA 10, considerando el nivel de criticidad de cada área en función de los equipos, materiales y riesgos presentes en las zonas a cubrir.

A continuación, se presentan los parámetros establecidos para la correcta ubicación de los extintores portátiles.

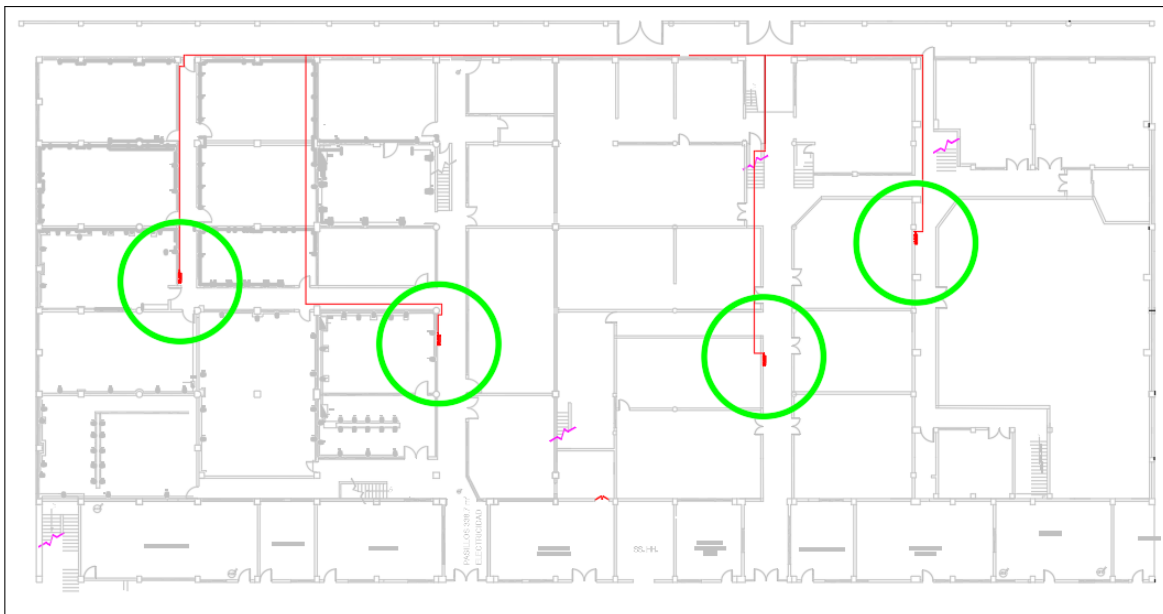
- **Tipo de riesgo:** Ordinario grupo I
- Deben ubicarse en lugares visibles y cerca de las rutas de evacuación.

A continuación, se presentan los parámetros establecidos para la correcta ubicación de los gabinetes.

- Deben ubicarse en lugares visibles y cerca de las rutas de evacuación.
- Radio de cobertura de 15m o 30m según la longitud de la manguera.
- Altura de montaje del extintor 1.2m.

Figura 41

Distribución de los gabinetes



Nota: En la Figura se observa la distribución de los gabinetes en los dos laboratorios tanto como mecánica y electricidad.

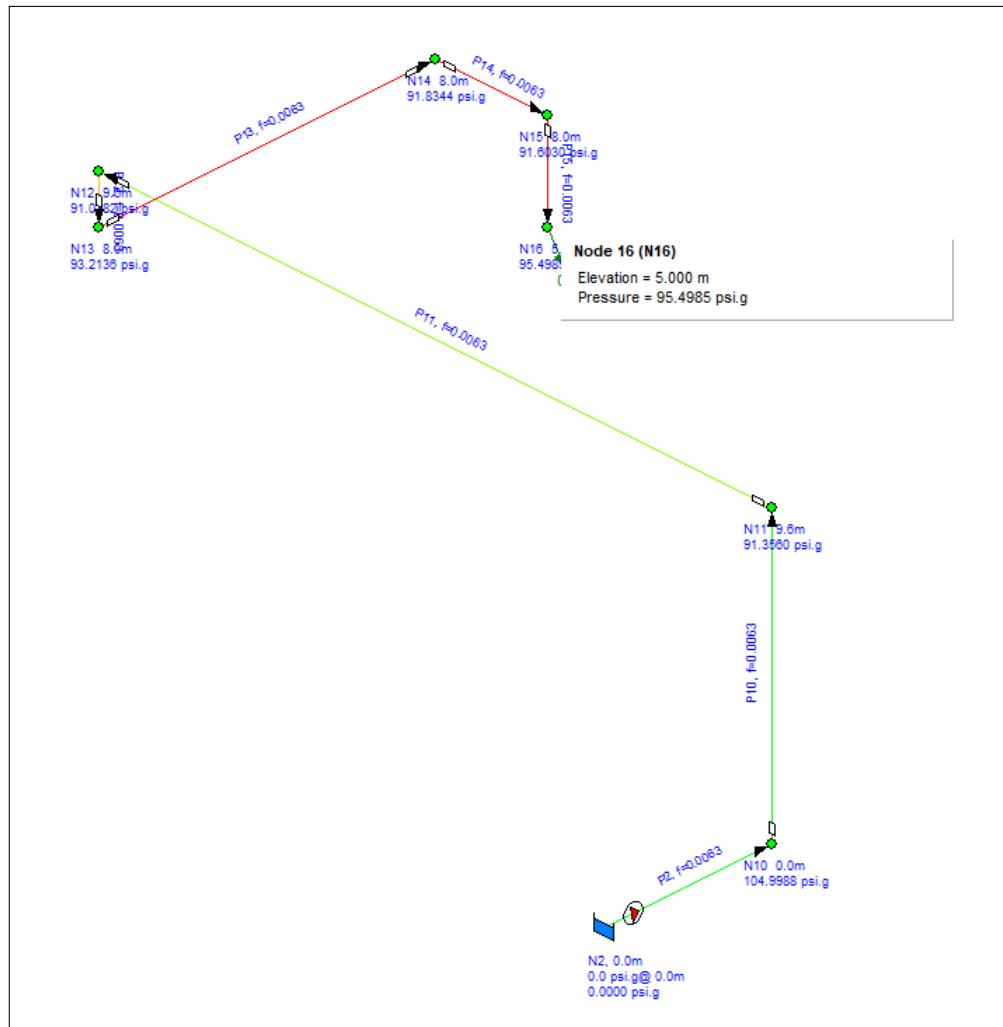
El sistema de extinción de incendios por gabinetes estableció cuatro gabinetes tipo II, cada uno equipado con una manguera de 30 m, garantizando una cobertura adecuada y el acceso oportuno al sistema para la atención manual de incendios incipientes.

El requerimiento de caudal para los gabinetes contra incendios es de 100 GPM, conforme a lo establecido por la normativa vigente, así como una presión mínima de llegada de 65

psi. Para la evaluación y verificación de estos parámetros hidráulicos se utilizó el software especializado PipeFlow, el cual permitió analizar el comportamiento del sistema y comprobar el cumplimiento de las condiciones de diseño.

Figura 42

Simulación de gabinete del área de mecánica

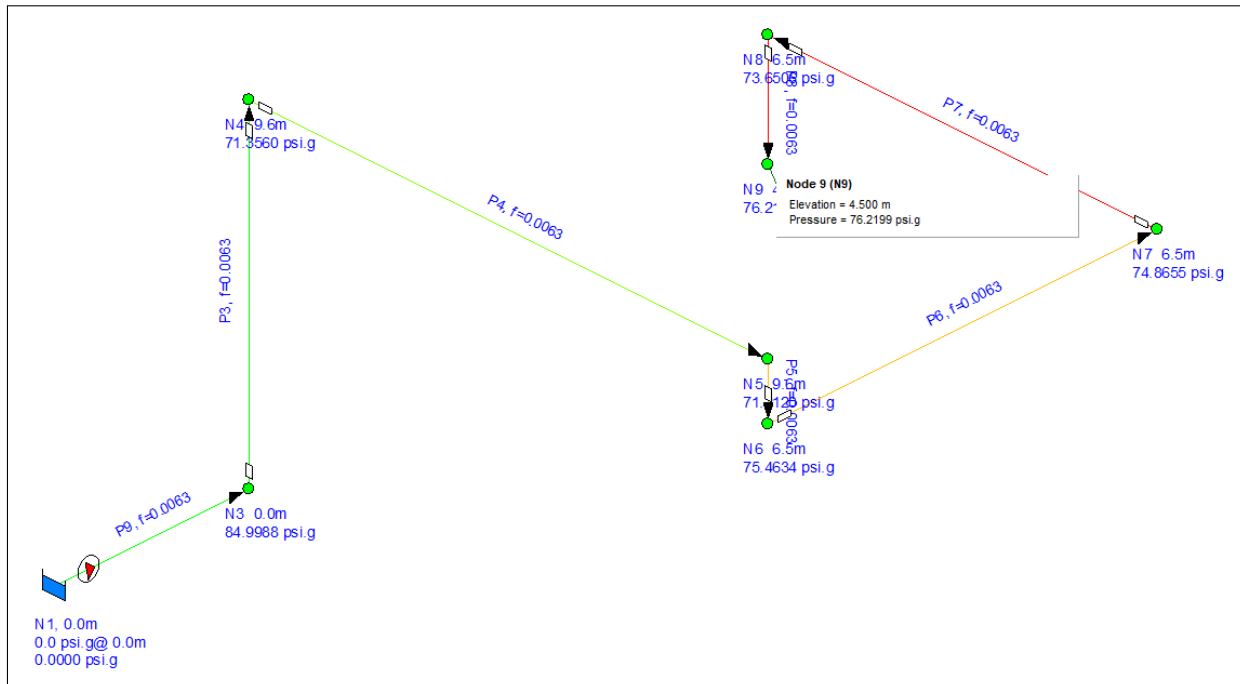


Nota: En la Figura se presenta la simulación hidráulica realizada en el software Pipe Flow para el gabinete más desfavorable (más alejado) del área de Mecánica. Fuente elaboración propia (2026).

En la Figura 42 se puede observar que la presión de salida es de 95 psi a 100 GPM, lo que nos indica que está dentro de la norma para su correcto funcionamiento.

Figura 43

Simulación de gabinete del área de electricidad



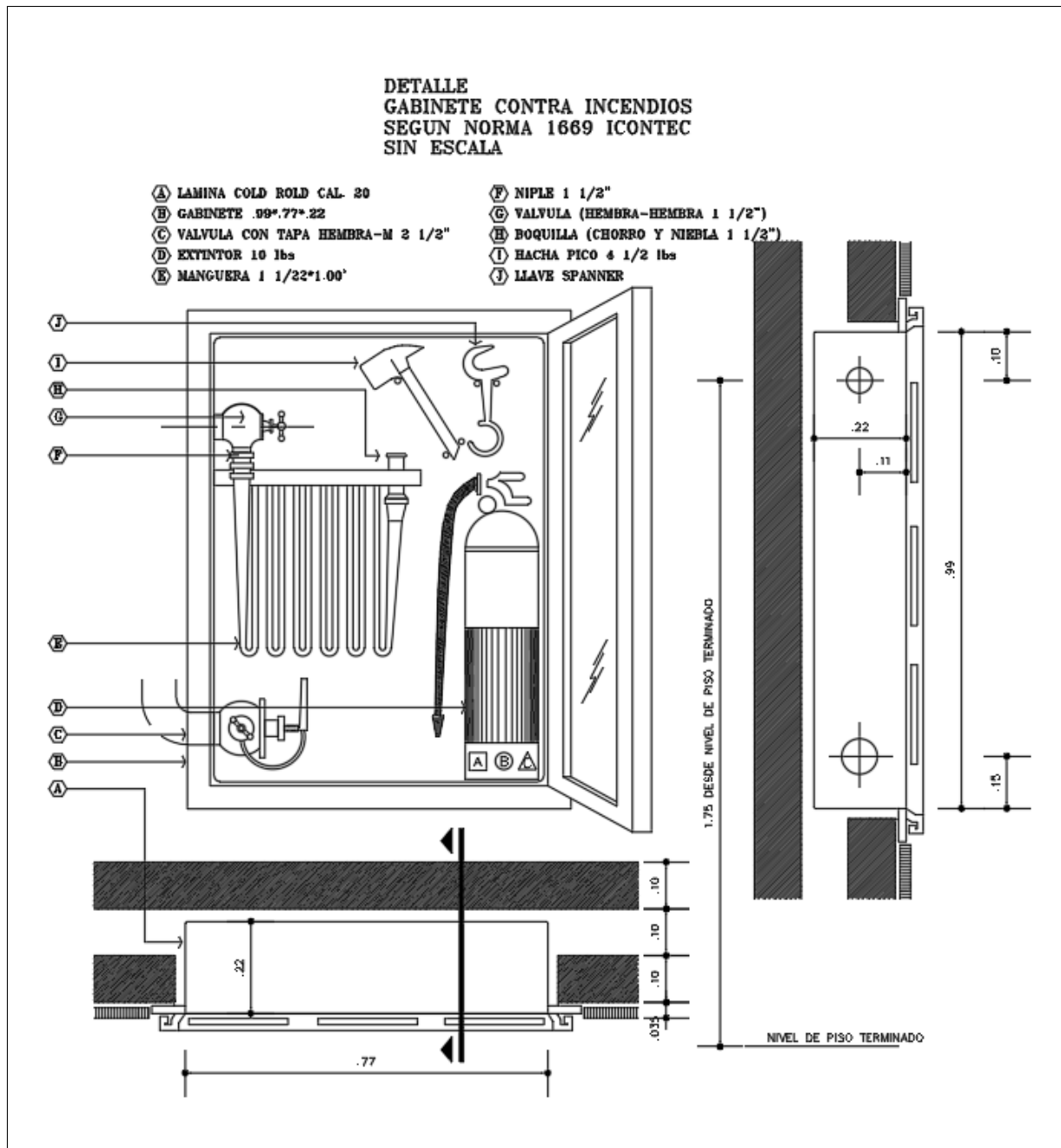
Nota: En la Figura se presenta la simulación hidráulica realizada en el software Pipe Flow para el gabinete más desfavorable (más alejado) del área de Electricidad. Fuente elaboración propia (2026).

En la Figura 43 se puede observar que la presión de salida es de 76 psi a 100 GPM, lo que nos indica que está dentro de la norma para su correcto funcionamiento.

Cada gabinete dispone de una bomba independiente, lo que permite una operación autónoma y eficiente del sistema. Una de las bombas abastece exclusivamente al área de mecánica, mientras que la otra está destinada al área de electricidad.

Figura 44

Detalle de gabinete tipo II



Nota: En la figura se observa un gabinete tipo II con todos sus componentes y detalles, estos dispositivos se distribuirán en las áreas de Mecánica y Eléctrica.

6.3.3. Sistema de extinción de incendios por rociadores

Para el diseño de un sistema de extinción de incendios por rociadores, es necesario iniciar con la realización de los cálculos correspondientes para determinar la cantidad de rociadores a ubicar, por cada laboratorio, tanto de mecánica como de electricidad, de acuerdo con los criterios y requisitos establecidos en la norma NFPA 13.

6.3.3.1. Cálculo para los laboratorios de mecánica

La distribución de los rociadores en el área de mecánica se organiza a través de cuatro ramales principales, lo que permite una cobertura adecuada y eficiente de toda el área. A continuación se presentan los ramales principales distribuidos en esta área.

Primer ramal de distribución de rociadores

- **Datos de entrada técnicos del rociador**

Área de cobertura de rociador A_r

$$A_r = \pi \cdot r^2 \quad (5)$$

$$A_r = \pi \cdot 2^2 = 12.56\text{m}^2$$

Caudal de rociador Q_r

$$Q_r = K \cdot \sqrt{P} \quad (6)$$

$$Q_r = 5.6 \cdot \sqrt{15\text{psi}} = 21.68\text{GMP}$$

- **Laboratorio de automatismos**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 48\text{m}^2$ (Parte que se usarán rociadores)

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (7)$$

$$N_r = \left(\frac{144\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 11\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

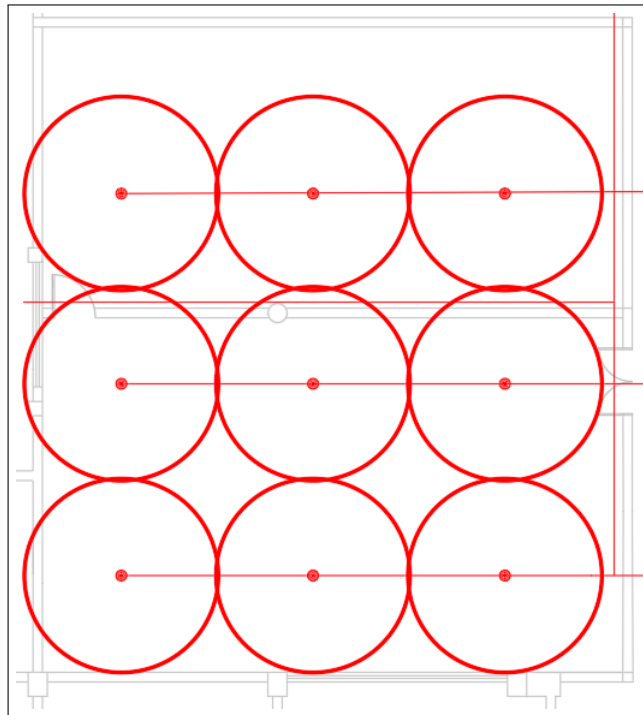
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (8)$$

$$Q_s = 9 \cdot 21.68 = 195.12\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de tres rociadores en el laboratorio de automatismo, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 45.

Figura 45

Distribución de rociadores en el laboratorio de automatismos - Área mecánica



- **Laboratorio de Torno y Fresadora CNC**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 131.6\text{m}^2$ (Parte que usarán rociadores)

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{9}$$
$$N_r = \left(\frac{131.6\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 10\text{rociadores.}$$

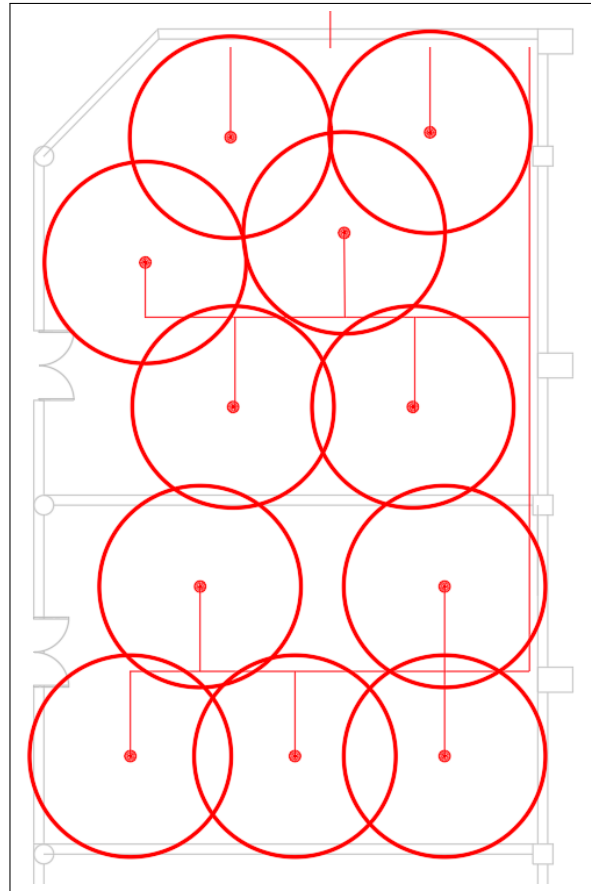
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \tag{10}$$
$$Q_s = 11 \cdot 21.68 = 238.48\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de nueve rociadores distribuidos en el laboratorio de Torno y Fresadora CNC, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 46.

Figura 46

Distribución de rociadores en el laboratorio de torno y fresadora CNC - Área mecánica



■ **Laboratorio de Termofluidos**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 115\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{11}$$
$$N_r = \left(\frac{115\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 9\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

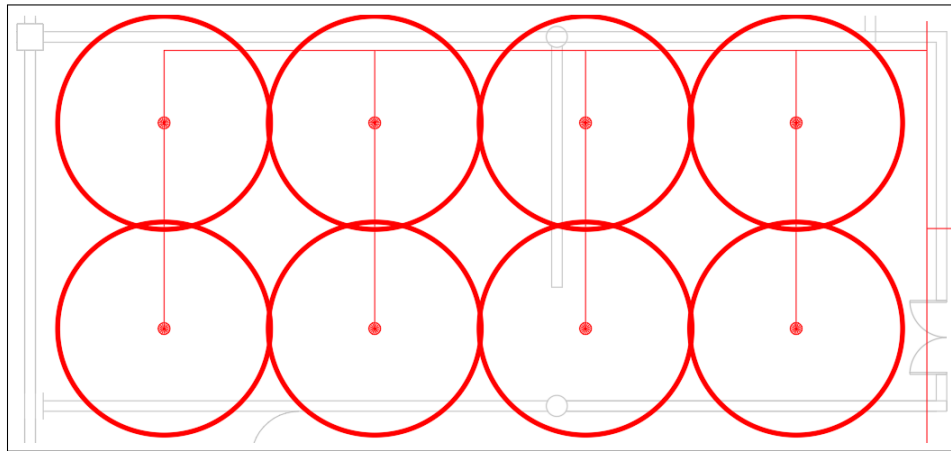
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (12)$$

$$Q_s = 8 \cdot 21.68 = 173.44 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de ocho rociadores distribuidos en el laboratorio de Termofluidos, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 47.

Figura 47

Distribución de rociadores en el laboratorio de termofluidos - Área mecánica



■ **Laboratorio de LACTI**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 86.8\text{m}^2$ (Parte que se usarán rociadores)

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (13)$$

$$N_r = \left(\frac{74.8\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6 \text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

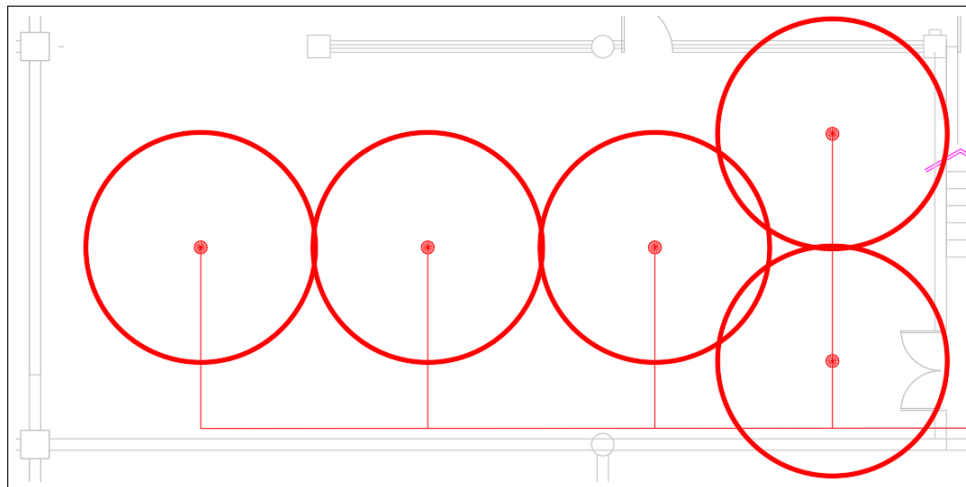
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (14)$$

$$Q_s = 5 \cdot 21.68 = 108.4 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cinco rociadores distribuidos en el laboratorio de LACTI, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 48.

Figura 48

Distribución de rociadores en el laboratorio de LACTI - Área mecánica



- **Laboratorio de Ensayos Destructivos**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 66.4\text{m}^2$ (Parte que se usarán rociadores)

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (15)$$

$$N_r = \left(\frac{66.4\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 5 \text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

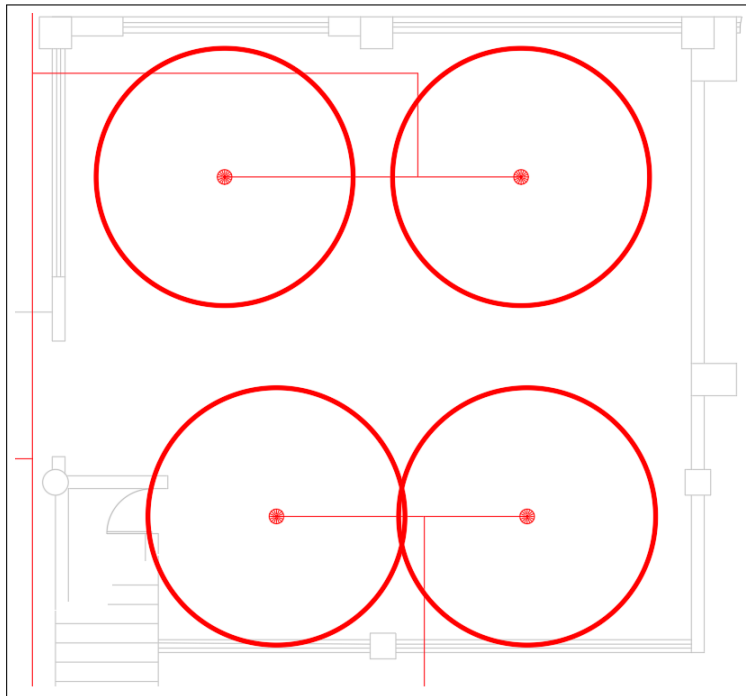
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (16)$$

$$Q_s = 5 \cdot 21.68 = 108.4GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores distribuidos en el laboratorio de ensayos destructivos, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 49.

Figura 49

Distribución de rociadores en el laboratorio de ensayos destructivos - Área mecánica



- **Grupo GIMAT y oficina superior**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 72m^2$ (Parte que usarán rociadores)

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (17)$$

$$N_r = \left(\frac{72\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 5\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

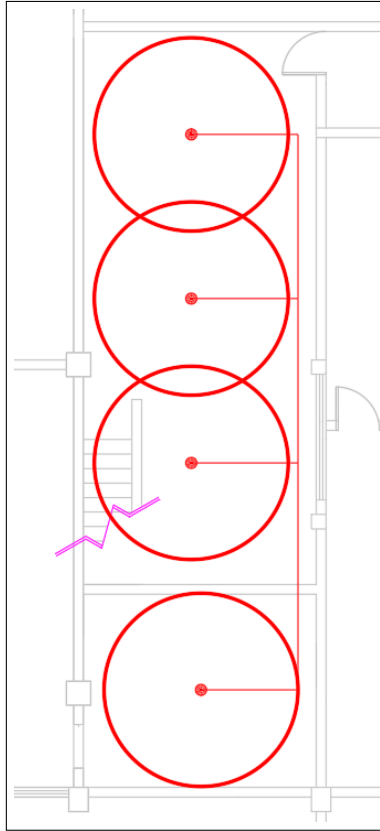
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (18)$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores distribuidos en el grupo GIMAT y la oficina que se encuentra en la parte superior, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 50.

Figura 50

Distribución de rociadores para el espacio de trabajo GIMaT - Área mecánica



■ **Pasillo principal**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 170.52\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (19)$$

$$N_r = \left(\frac{170.52\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 14\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

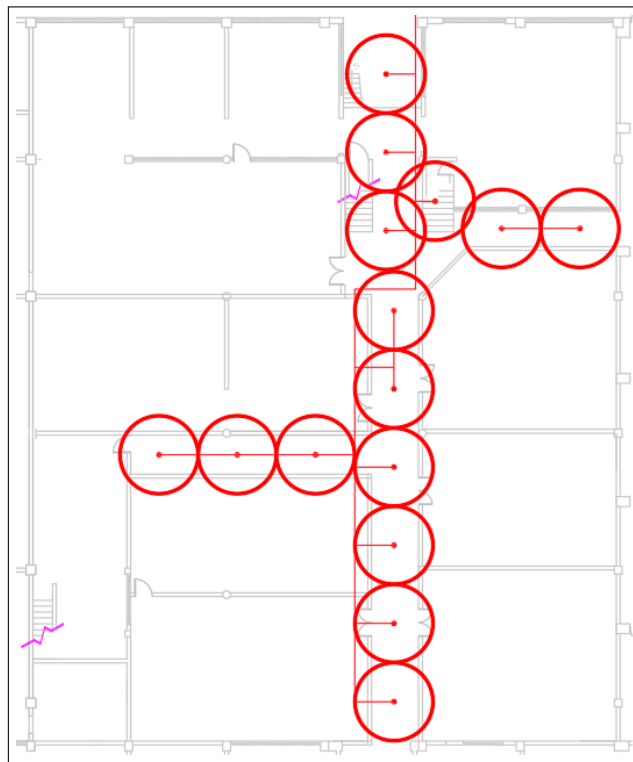
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (20)$$

$$Q_s = 14 \cdot 21.68 = 303.52GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de quince rociadores distribuidos por el pasillo principal, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 51.

Figura 51

Distribución de rociadores en el pasillo principal - Área mecánica



■ **Presión del ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo del sistema: $Q_m = 173,44GMP$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \tag{21}$$

$$L = 20 + 2 + 1.64 + 4.1 + 3.28 = 31.02m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (22)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{31.02m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016m^{4.87}} = 0.76m.c.a$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (23)$$

$$L = 21.1 + 2 + 7.8 + 4.68 = 34.83m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (24)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{34.83m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0762m^{4.87}} = 3.48m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (25)$$

$$L = 11.4 + 2.52 + 3.75 = 17.7m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (26)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{17.7m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 4.3m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (27)$$

$$L = 10 + 3.15 + 3.75 + 1 = 18m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (28)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{18m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 4.37m.c.a$$

Tramo 5

$$L = \sum L_e \quad (29)$$

$$L = 12.4 + 0.84 + 1.05 + 1.06 = 15.35m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (30)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{15.35m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 11.63m.c.a$$

Tramo 6

$$L = \sum L_e \quad (31)$$

$$L = 17.7 + 2.1 + 2.12 = 22m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (32)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{22m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 15.85m.c.a$$

Tramo 7

$$L = \sum L_e \quad (33)$$

$$L = 10.9 + 2.46 + 1.23 + 3.44 + 3.1 = 25.2m$$

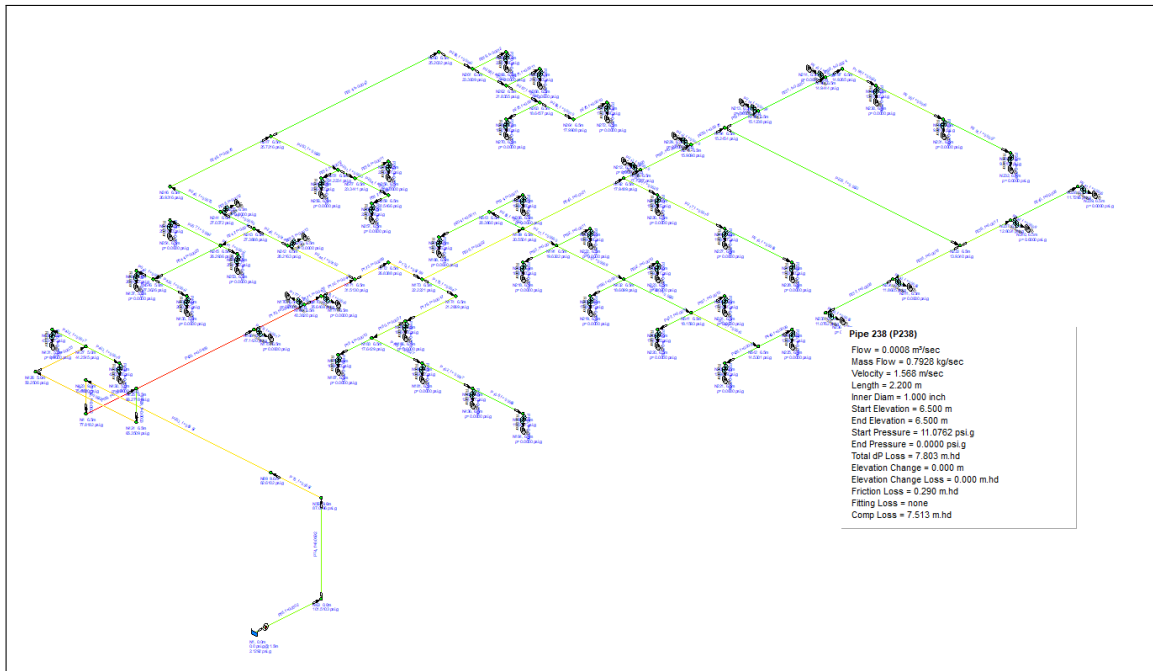
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (34)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{21.2m \cdot 0.01096m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0381m^{4.87}} = 62.02m.c.a$$

En el primer ramal de distribución de rociadores del área de mecánica se determinó un total de 48 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 173,44 GPM, y la presión máxima en este ramal es de 88 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert.

Figura 52

Simulación primer ramal área de mecánica



Nota: En la figura se presenta la simulación hidráulica del primer ramal del área de Mecánica, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presenta el primer ramal del área de mecánica, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 10.4 psi, valor que supera la presión mínima requerida, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

Segundo ramal de distribución de rociadores

■ Aula

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 72\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (35)$$

$$N_r = \left(\frac{72\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

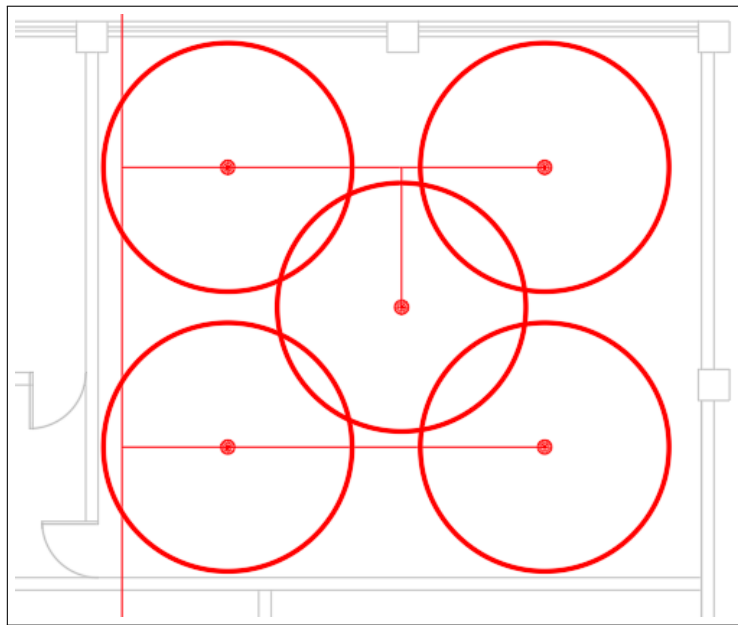
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (36)$$

$$Q_s = 5 \cdot 21.68 = 108.4GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el aula, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 53.

Figura 53

Distribución de rociadores en el aula, parte superior de procesos CAV - Área mecánica.



■ **Laboratorio de metrología**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 64m^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (37)$$

$$N_r = \left(\frac{64\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 5\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

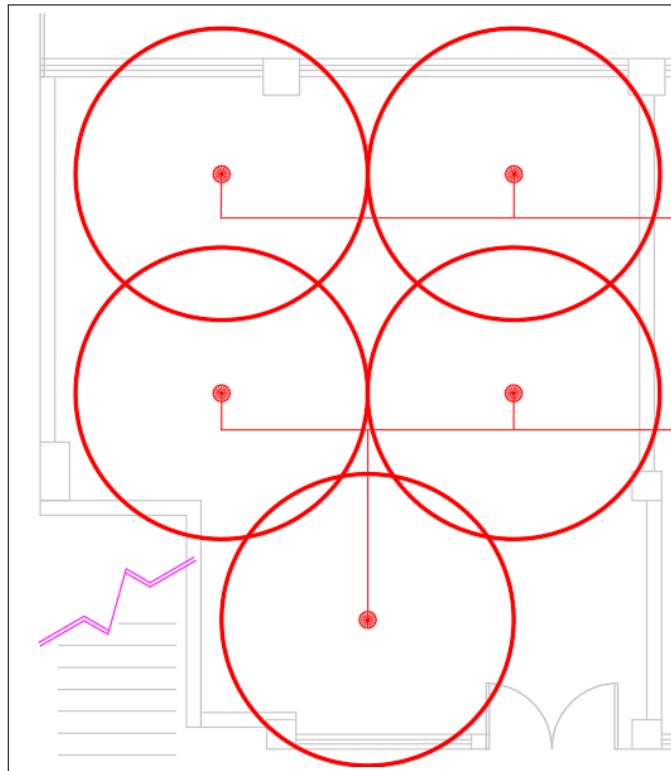
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (38)$$

$$Q_s = 5 \cdot 21.68 = 108.4\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cinco rociadores en el laboratorio de metrología, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 54.

Figura 54

Distribución de rociadores en el laboratorio de metrología - Área mecánica.



- Laboratorio de soldadura

Tipo de riesgo: Ordinaria Grupo I

Área de diseño: $A_d = 84\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (39)$$
$$N_r = \left(\frac{84\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 7\text{rociadores.}$$

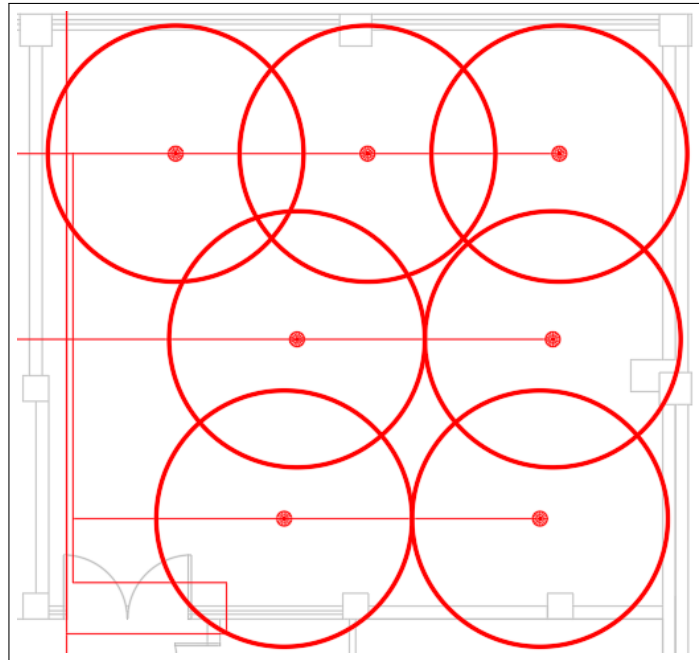
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (40)$$
$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 7 \cdot 21.68 = 151.7\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de siete rociadores en el laboratorio de soldadura, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 55.

Figura 55

Distribución de rociadores en el laboratorio de soldadura - Área mecánica.



■ **Laboratorio de mecanizado CAV, parte I**

Tipo de riesgo: Ordinaria Grupo I

Área de diseño: $A_d = 128\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (41)$$

$$N_r = \left(\frac{128\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 10\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (42)$$

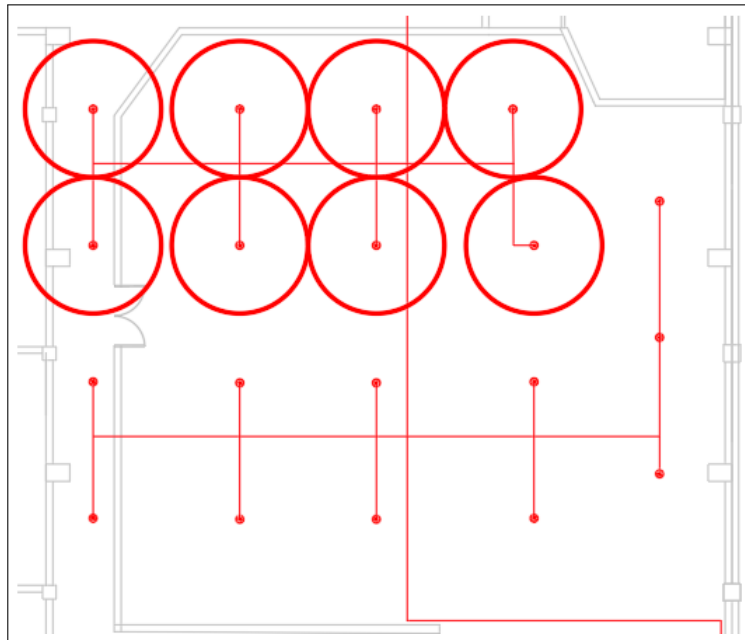
$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 8 \cdot 21.68 = 173.44\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de ocho rociadores en

el laboratorio de mecanizado CAV, parte I y parte del pasillo que conduce a este laboratorio, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 56.

Figura 56

Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte I - Área mecánica.



■ **Laboratorio de mecanizado CAV, parte II**

Tipo de riesgo: Ordinaria Grupo I

Área de diseño: $A_d = 173\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (43)$$

$$N_r = \left(\frac{173\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 13\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

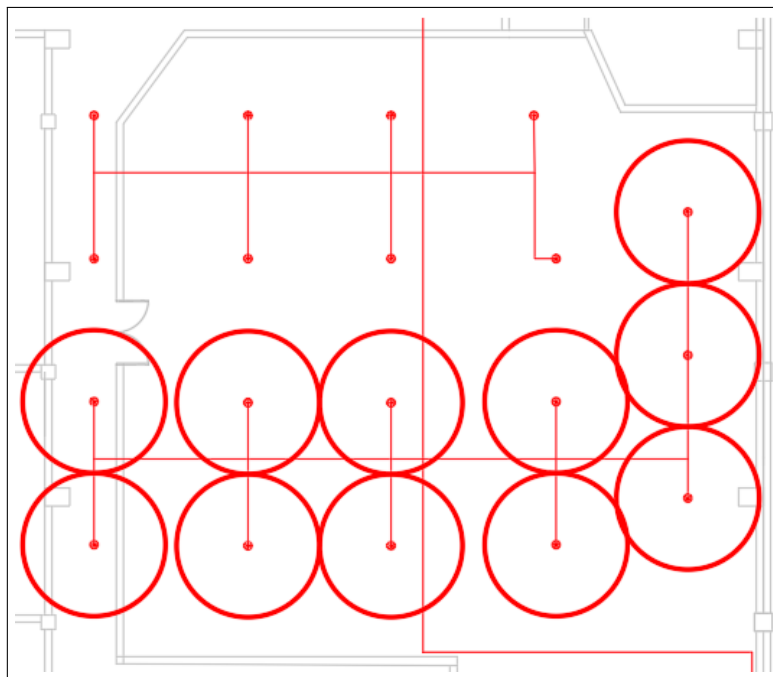
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (44)$$

$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 11 \cdot 21.68 = 238.48GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de once rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte II y parte del pasillo que conduce a este laboratorio, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 57.

Figura 57

Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte II - Área mecánica.



■ **Laboratorio de mecanizado CAV, parte III**

Tipo de riesgo: Ordinaria Grupo I

Área de diseño: $A_d = 62.2m^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{45}$$

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) = \left(\frac{62.2m^2}{12.56m^2} \right) = 4rociadores.$$

Caudal del sistema Q_s

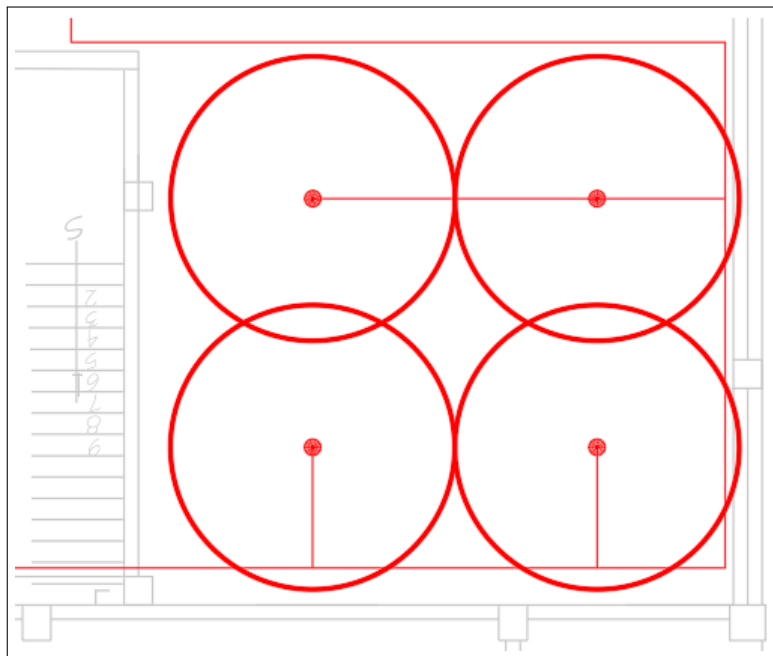
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (46)$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de once rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte III, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 58.

Figura 58

Distribución de rociadores en el laboratorio de mecanizado CAV, parte III - Área mecánica.



■ **Laboratorio de sistemas mecatrónicos**

Tipo de riesgo: Ordinaria Grupo I

Área de diseño: $A_d = 46.6\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (47)$$

$$N_r = \left(\frac{46.6\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 3\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

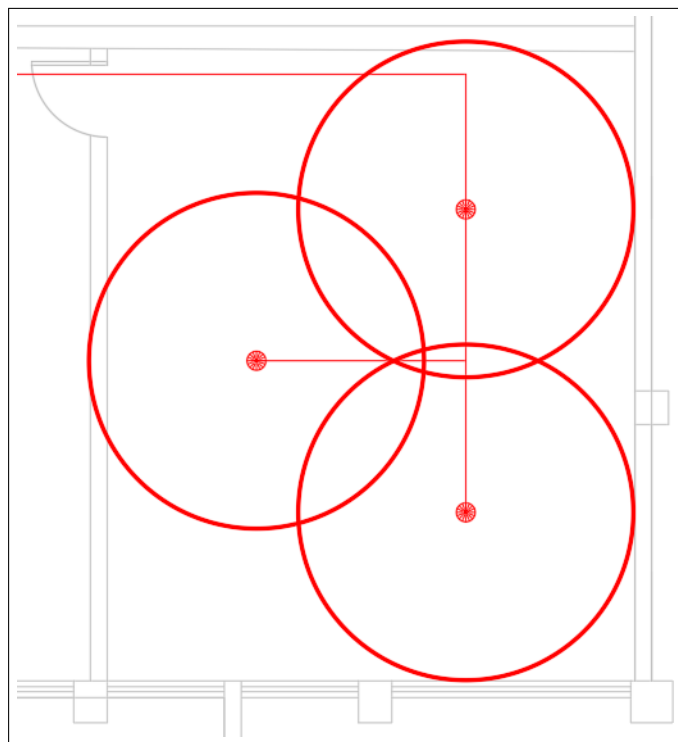
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (48)$$

$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 3 \cdot 21.68 = 65.04\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de tres rociadores en el laboratorio de sistemas mecatrónicos, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 59.

Figura 59

Distribución de rociadores en el laboratorio de sistemas mecatrónicos - Área mecánica.



- **Laboratorio de prototipado**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 57.7\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (49)$$

$$N_r = \left(\frac{57.7\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 4\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

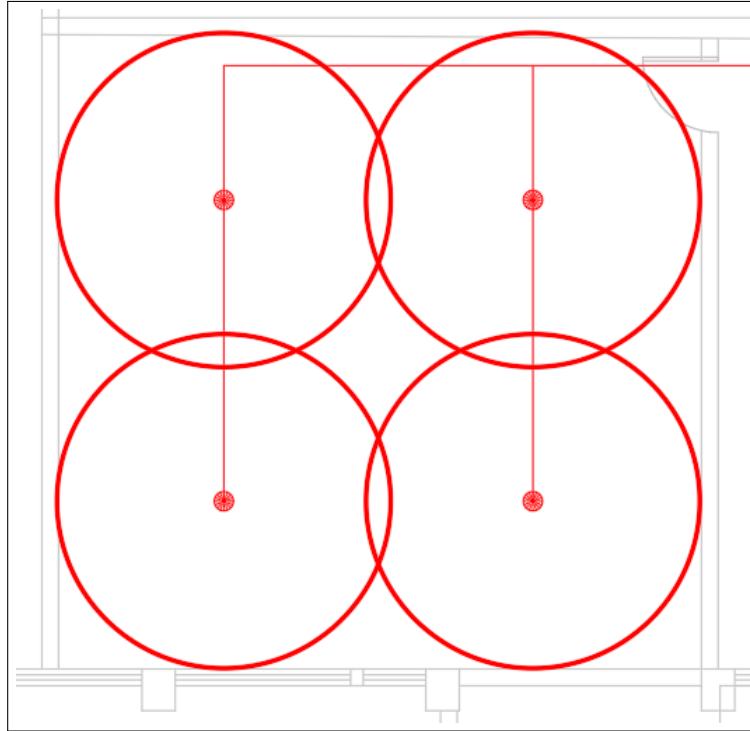
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (50)$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el laboratorio de prototipado, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 60.

Figura 60

Distribución de rociadores en el laboratorio de prototipado - Área mecánica.



■ Bodega

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 35.6\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (51)$$

$$N_r = \left(\frac{35.6\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 3 \text{ rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

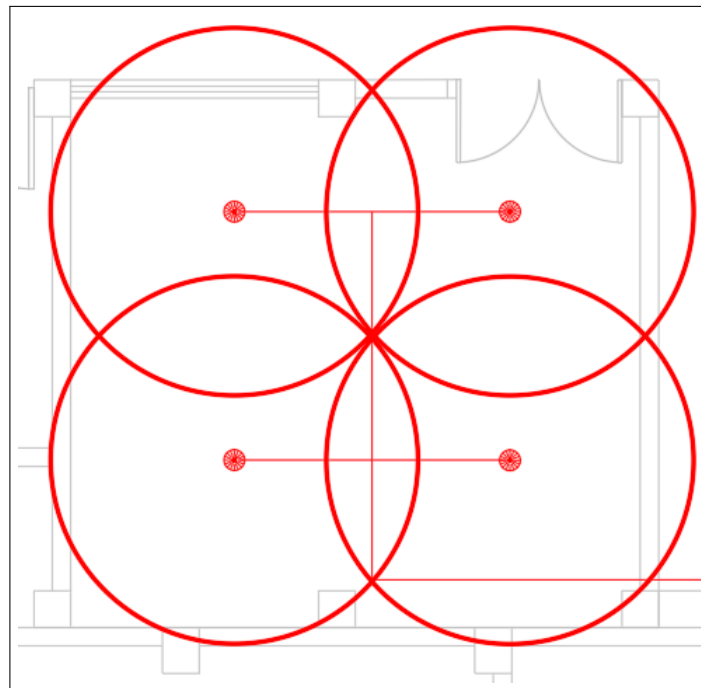
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (52)$$

$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 4 \cdot 21.68 = 86.72\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en la zona de bodega, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 61.

Figura 61

Distribución de rociadores en bodega - Área mecánica.



■ **Presión del segundo ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo del sistema: $Q_m = 238.48 \text{GMP}$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \tag{53}$$

$$L = 40 + 2 + 1.64 + 4.1 + 3.28 = 31.02m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{54}$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{59.32m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016m^{4.87}} = 2.62m.c.a$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (55)$$

$$L = 29.2 + 1.25 + 4.2 + 4.68 = 39.33m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (56)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{39.33m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0762m^{4.87}} = 7.06m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (57)$$

$$L = 16 + 4 + 3.78 + 2.5 = 26.28m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (58)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{26.28m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 11.5m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (59)$$

$$L = 31 + 2.52 + 3 + 2 = 38.52m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (60)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{38.52m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0525m^{4.87}} = 42.47m.c.a$$

Tramo 5

$$L = \sum L_e \quad (61)$$

$$L = \sum L_e = 14.4 + 2.5 + 3 + 1.68 = 21.58m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (62)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{21.58m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0525m^{4.87}} = 23.8m.c.a$$

Tramo 6

$$L = \sum L_e \quad (63)$$

$$L = 12.3 + 2 + 1.5 = 15.8m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (64)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{15.8m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0525m^{4.87}} = 17.5m.c.a$$

Tramo 7

$$L = \sum L_e \quad (65)$$

$$L = 13.7 + 1 + 1.6 + 1.4 = 17.7m$$

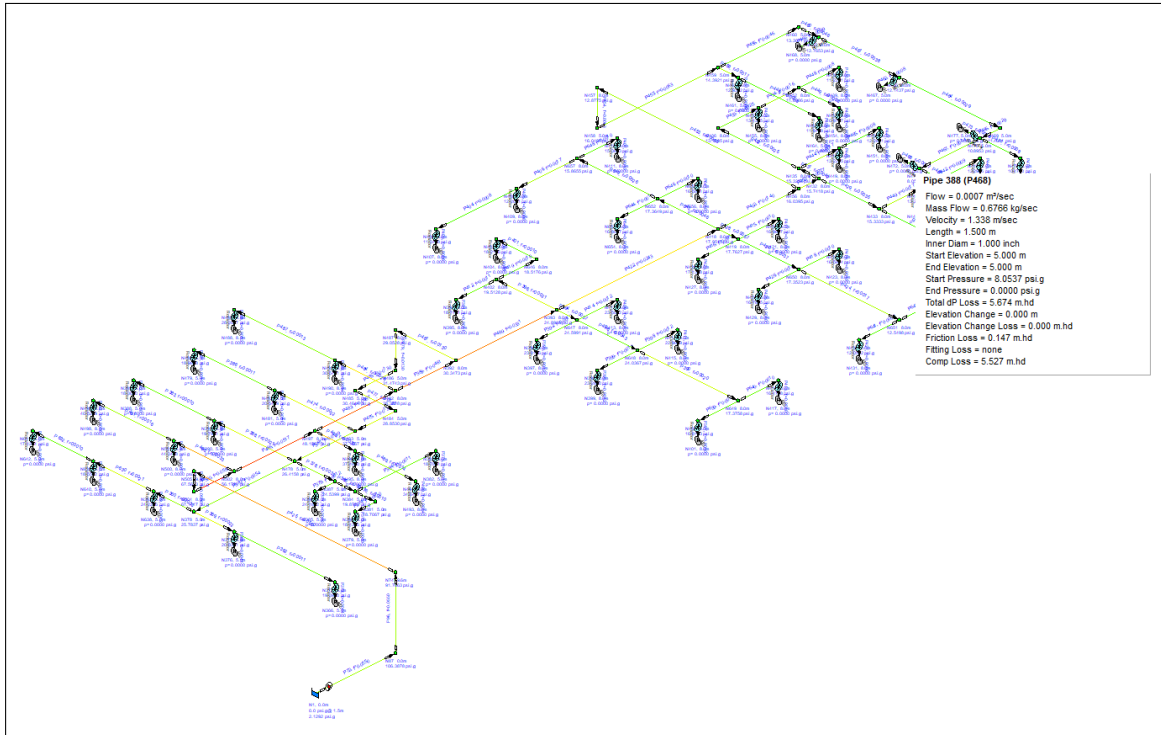
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (66)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{17.7m \cdot 0.01504m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0409m^{4.87}} = 65.8m.c.a$$

En el segundo ramal de distribución de rociadores del área de mecánica se determinó un total de 52 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 238.48 GPM, y la presión máxima en este ramal es de 94 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert.

Figura 62

Simulación segundo ramal área de mecánica.



Nota: En la figura se presenta la simulación hidráulica del segundo ramal del área de Mecánica, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presenta el segundo ramal del área de mecánica, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 8 psi, valor que supera la presión mínima requerida, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

Tercer y cuarto ramal de distribución de rociadores

■ Laboratorio de máquinas térmicas

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 30\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (67)$$

$$N_r = \left(\frac{30\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 2\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

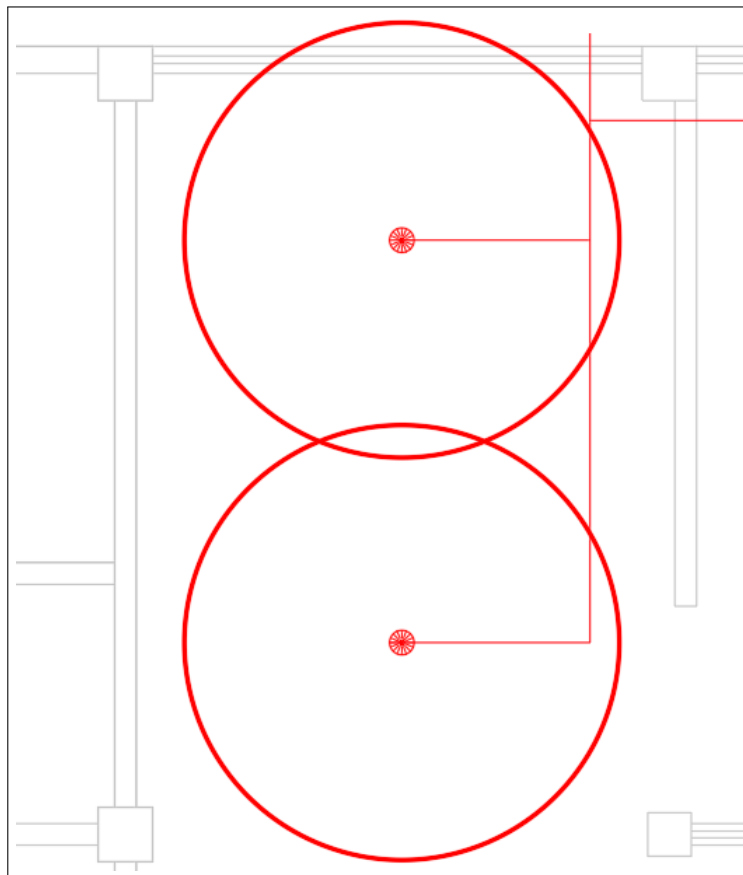
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (68)$$

$$Q_s = 2 \cdot 21.68 = 43.36\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de dos rociadores en el laboratorio de máquinas térmicas, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 63.

Figura 63

Distribución de rociadores en el laboratorio de máquinas térmicas - Área mecánica.



■ **Laboratorio de vibraciones e instrumentación industrial**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 63\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (69)$$

$$N_r = \left(\frac{63\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 5\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

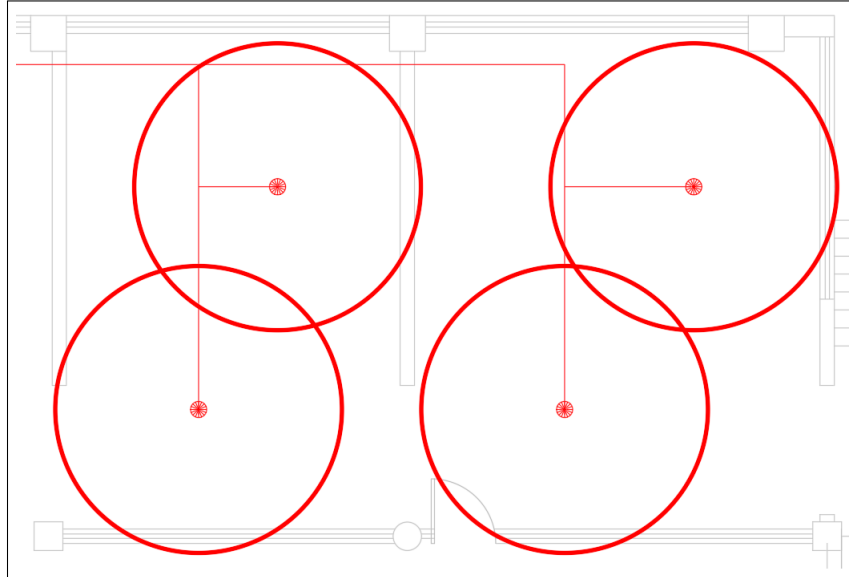
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (70)$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el laboratorio de vibraciones e instrumentación industrial, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 64.

Figura 64

Distribución de rociadores en el laboratorio de vibraciones e instrumentación industrial - Área mecánica.



■ Oficinas

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 56.74\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (71)$$

$$N_r = \left(\frac{54.74\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 4\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (72)$$

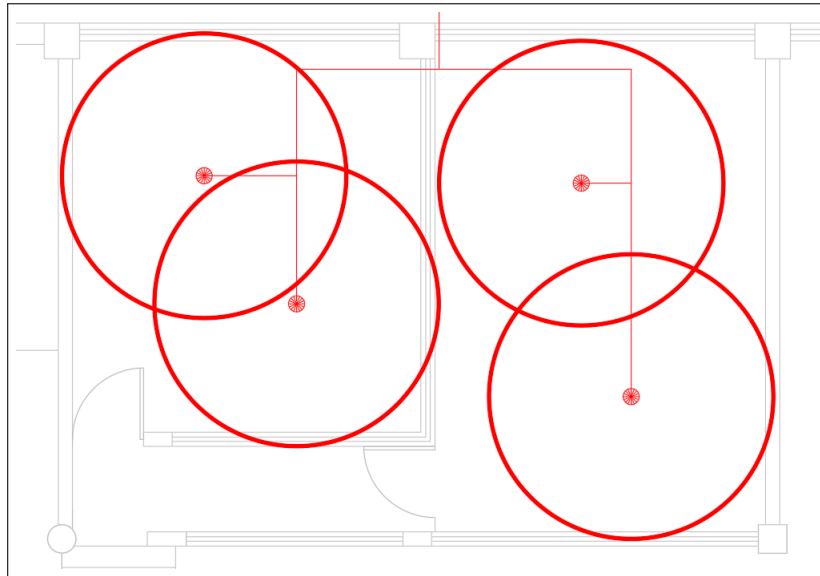
$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en la parte de oficinas, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo

húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 65.

Figura 65

Distribución de rociadores en la parte de oficinas - Área mecánica.



■ **Presión del tercer ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo del sistema: $Q_m = 86.72 \text{ GMP}$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \tag{73}$$

$$L = 3 + 2 + 1 = 6 \text{ m}$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{74}$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{6 \text{ m} \cdot 0.0054 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016 \text{ m}^{4.87}} = 0.042 \text{ m.c.a}$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (75)$$

$$L = 8.7 + 2 + 1 + 0.84 = 12.54m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (76)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{12.54m \cdot 0.0054m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0525m^{4.87}} = 2.07m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (77)$$

$$L = 24.8 + 2 + 0.84 = 27.64m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (78)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{27.64m \cdot 0.0054m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.102m^{4.87}} = 0.18m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (79)$$

$$L = 5.7 + 2.5 = 8.2m$$

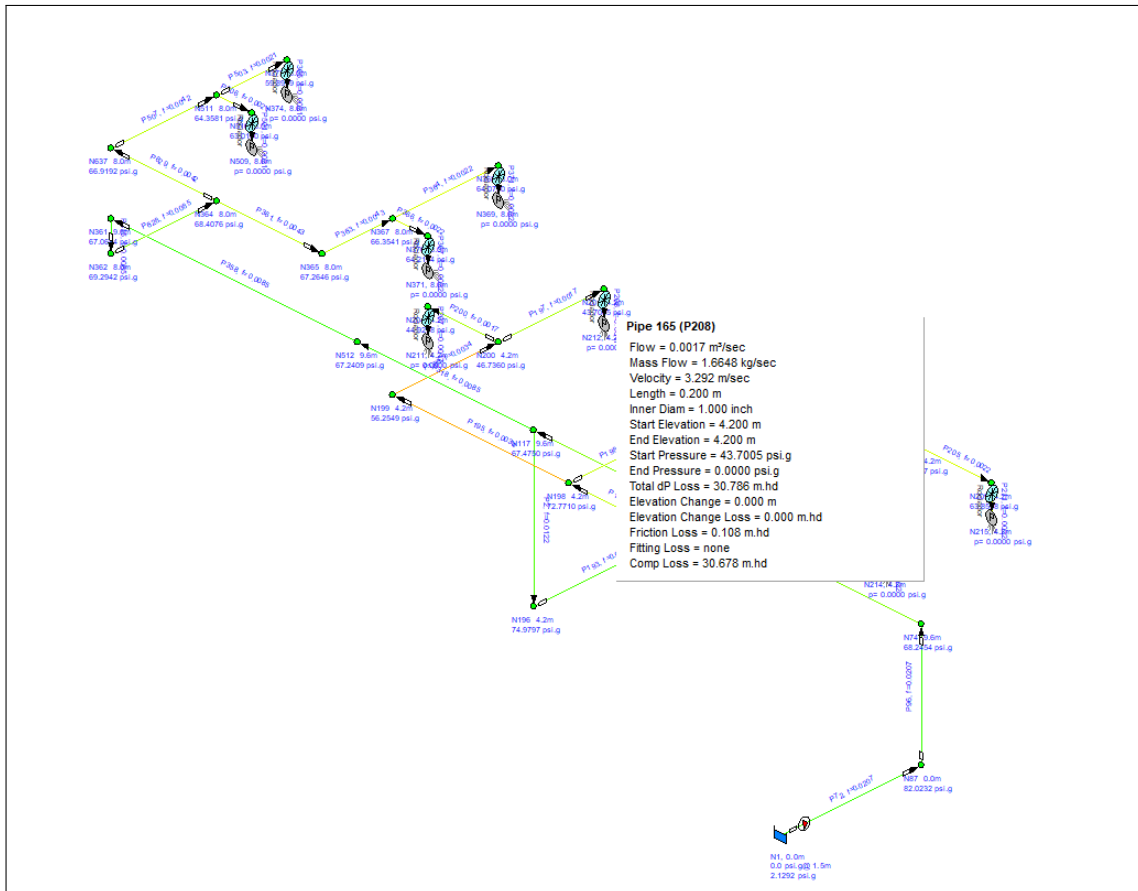
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (80)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{8.2m \cdot 0.0054m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0409m^{4.87}} = 4.6m.c.a$$

En el tercer y cuarto ramal de distribución de rociadores del área de mecánica se determinó un total de 10 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 86.72 GPM, y la presión máxima en este ramal es de 6.5 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert como dato adicional: la presión y caudal que se empleará desde la bomba será el mayor tomado de los ramales anteriormente.

Figura 66

Simulación tercer y cuarto ramal área de mecánica.



Nota: En la figura se presenta la simulación hidráulica del tercer y cuarto ramal del área de Mecánica, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presentan el tercer y cuarto ramal del área de mecánica, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 43 psi, valor que supera la presión mínima requerida. Este resultado se obtiene considerando como datos de entrada los correspondientes a los otros dos ramales, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

6.3.3.2. Cálculo para los laboratorios de electricidad

La distribución de los rociadores en el área de electricidad se organiza a través de tres ramales principales, lo que permite una cobertura adecuada y eficiente de toda el área. A continuación se presentan los ramales principales distribuidos en esta área.

Primer ramal de distribución de rociadores

- **Laboratorio de electrónica digital**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 86\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{81}$$
$$N_r = \left(\frac{86\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6\text{rociadores.}$$

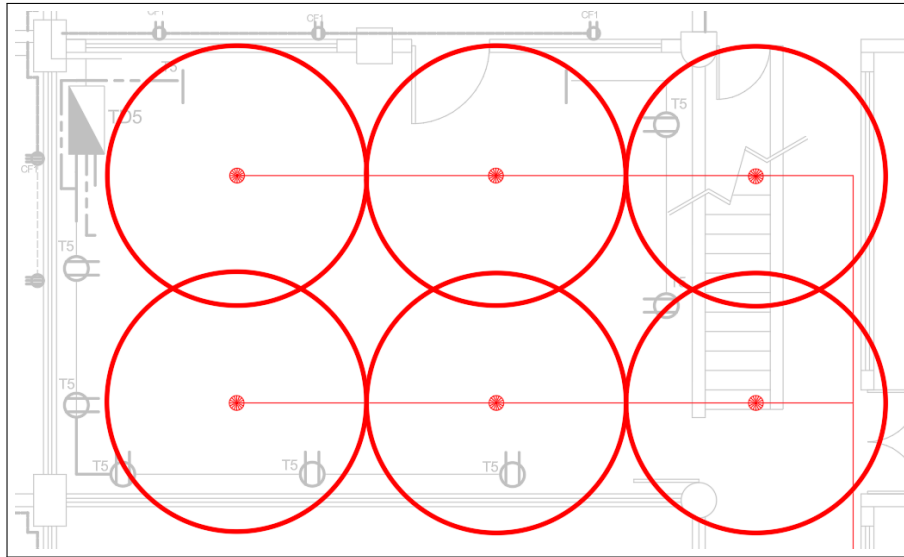
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \tag{82}$$
$$Q_s = 6 \cdot 21.68 = 130.08\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores distribuidos en el laboratorio de electrónica digital y el pasillo, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 67.

Figura 67

Distribución de rociadores en el laboratorio de electrónica digital - Área electricidad.



■ **Laboratorio de circuitos eléctricos 2**

Tipo de riesgo: Ordinario grupo I

Área de diseño: $A_d = 81.2\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (83)$$

$$N_r = \left(\frac{81.2\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (84)$$

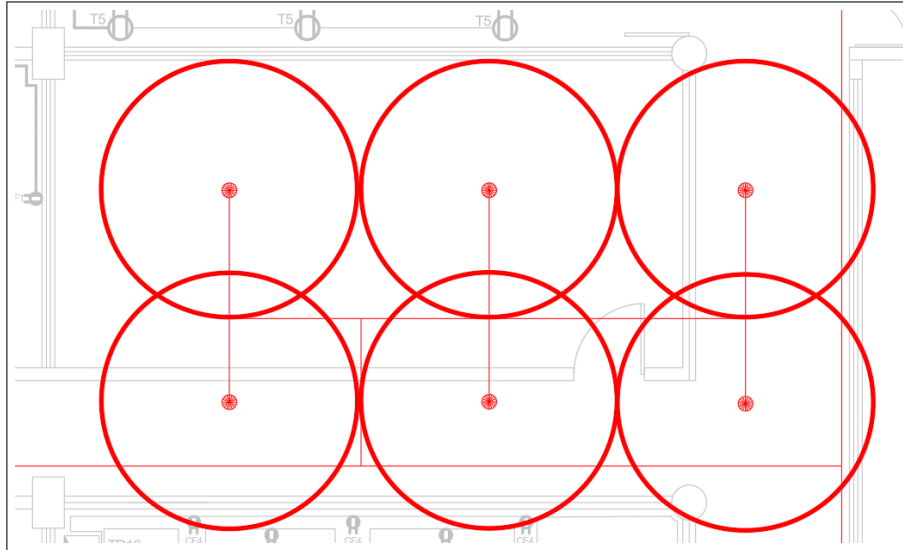
$$Q_s = 6 \cdot 21.68 = 130.08\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores distribuidos en el laboratorio de circuitos eléctricos 2 y el pasillo, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos

se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 68.

Figura 68

Distribución de rociadores en el laboratorio de circuitos eléctricos 2 - Área electricidad.



■ **Laboratorio de domótica**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 49\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (85)$$

$$N_r = \left(\frac{49\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 3 \text{ rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

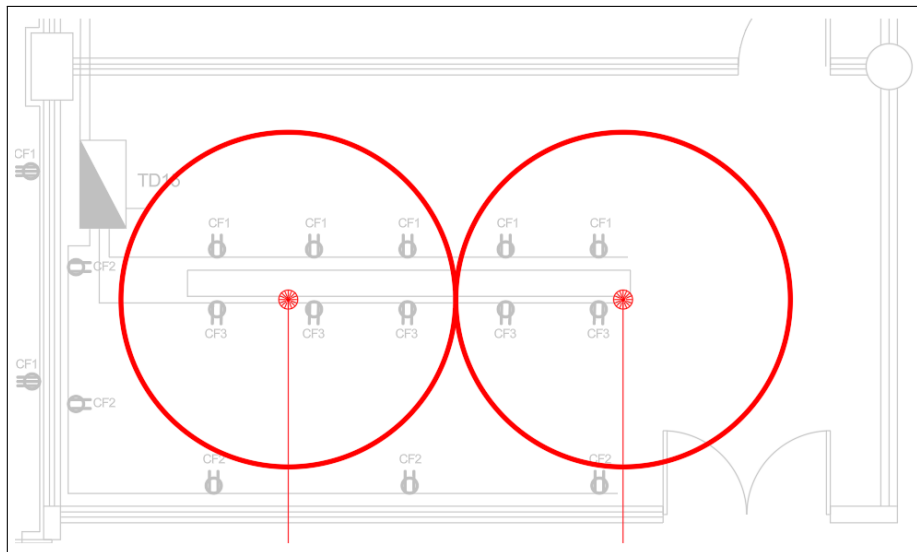
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (86)$$

$$Q_s = 2 \cdot 21.68 = 43.36 \text{ GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de dos rociadores distribuidos en el laboratorio de domótica, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 69.

Figura 69

Distribución de rociadores en el laboratorio de domótica - Área electricidad



■ **Pasillos**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 72\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (87)$$

$$N_r = \left(\frac{72\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

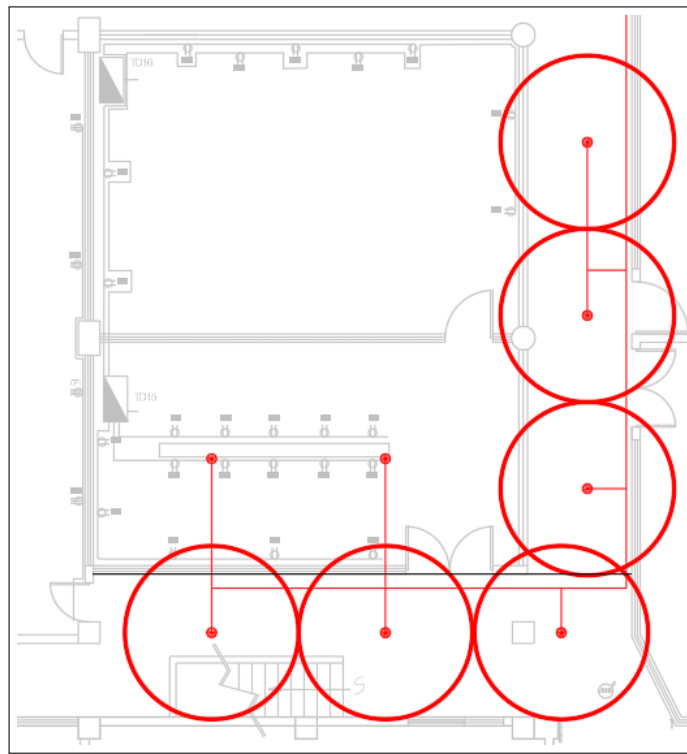
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (88)$$

$$Q_s = 6 \cdot 21.68 = 130.08GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores distribuidos en los pasillos del laboratorio, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 70.

Figura 70

Distribución de rociadores en el pasillo principal de electricidad - Área electricidad.



- **Presión del ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo del sistema: $Q_m = 130.08GMP$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \tag{89}$$

$$L = 15 + 1.02 + 1.64 + 4 = 21.66m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (90)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{21.66m \cdot 0.0083m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016m^{4.87}} = 0.32m.c.a$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (91)$$

$$L = 34.3 + 1.88 + 1.25 + 2.8 = 40.23m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (92)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{40.23m \cdot 0.0083m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.062m^{4.87}} = 6.6m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (93)$$

$$L = 25 + 1.68 + 2.65 + 3.1 = 32.5m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (94)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{32.5m \cdot 0.0083m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0525m^{4.87}} = 11.9m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (95)$$

$$L = 13.8 + 3.7 + 2.5 + 2.5 = 22.5m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (96)$$

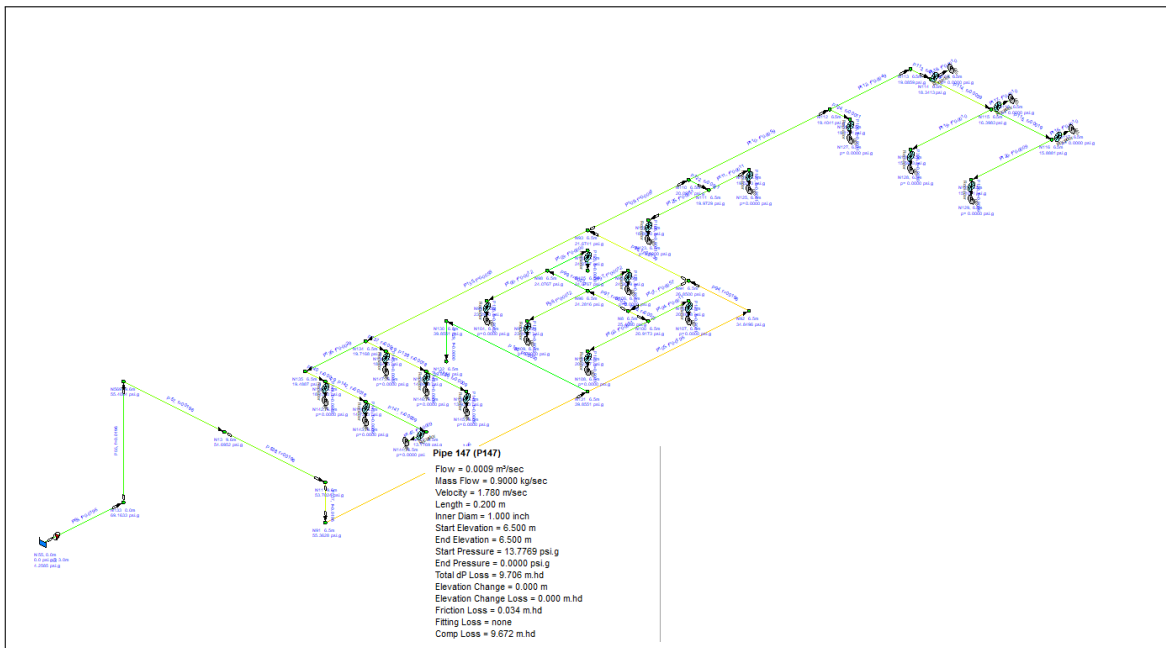
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{22.5m \cdot 0.0083m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0409m^{4.87}} = 28m.c.a$$

En el primer ramal de distribución de rociadores del área de electricidad se determinó un total de 20 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 130.08 y la presión máxima en este

ramal es de 40 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert.

Figura 71

Simulación primer ramal área de electricidad.



Nota: En la figura se presenta la simulación hidráulica del primer ramal del área de Electricidad, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presenta el primer ramal del área de electricidad, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 13.7 psi, valor que supera la presión mínima requerida, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

Segundo ramal de distribución de rociadores

■ Laboratorio de Instalaciones civiles y Protecciones Industriales

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 118\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (97)$$

$$N_r = \left(\frac{118\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 9\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

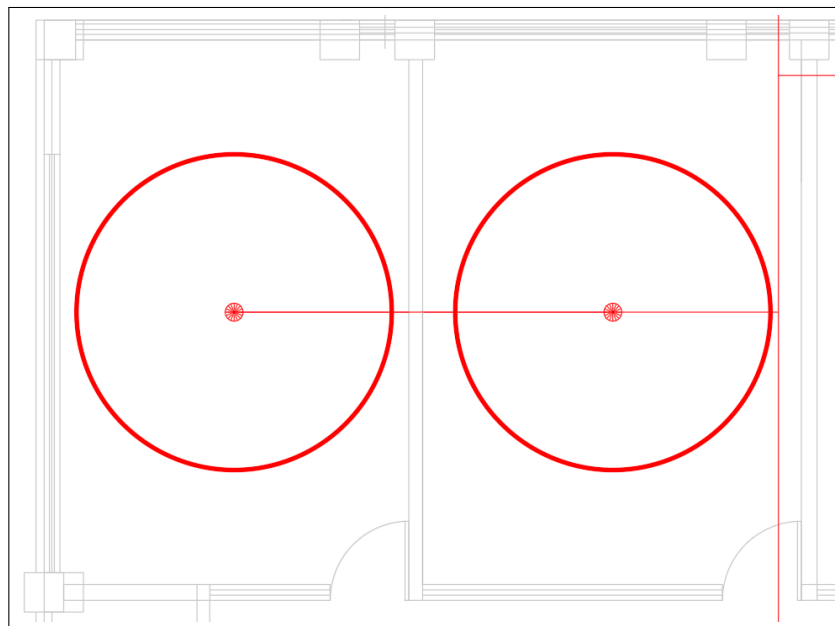
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (98)$$

$$Q_s = 8 \cdot 21.68 = 173.44\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de ocho rociadores en el laboratorio de Instalaciones Civiles y Protecciones Industriales, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 72.

Figura 72

Distribución de rociadores en el laboratorio de Instalaciones Civiles y Protecciones Industriales - Área electricidad.



▪ **Laboratorio de circuitos electricos 1**

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 45\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (99)$$
$$N_r = \left(\frac{45\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 3\text{rociadores.}$$

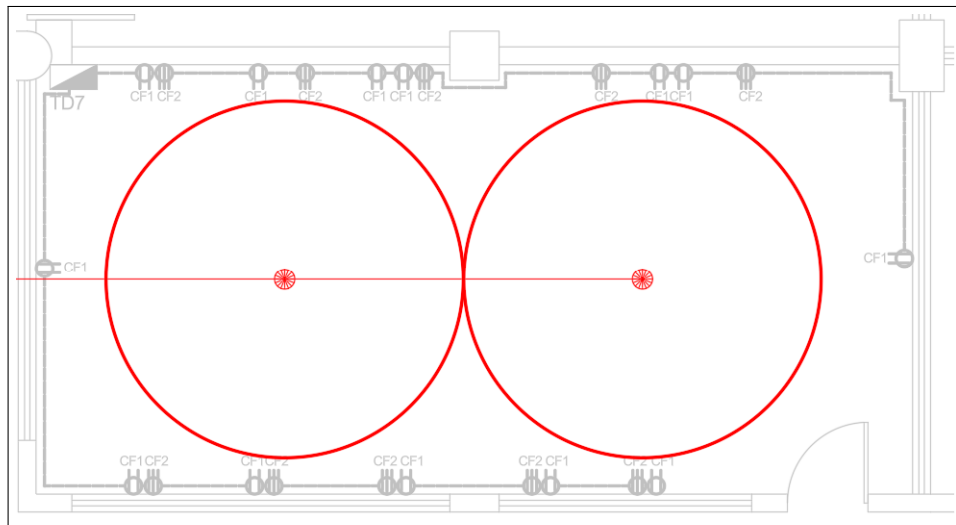
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (100)$$
$$Q_s = 2 \cdot 21.68 = 43.36\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de dos rociadores en el laboratorio de circuitos electricos 1, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 73.

Figura 73

Distribución de rociadores en el laboratorio de circuitos electricos 1 - Área electricidad.



■ **Laboratorio de embebidos**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 88.4\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (101)$$

$$N_r = \left(\frac{88.4\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 7\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

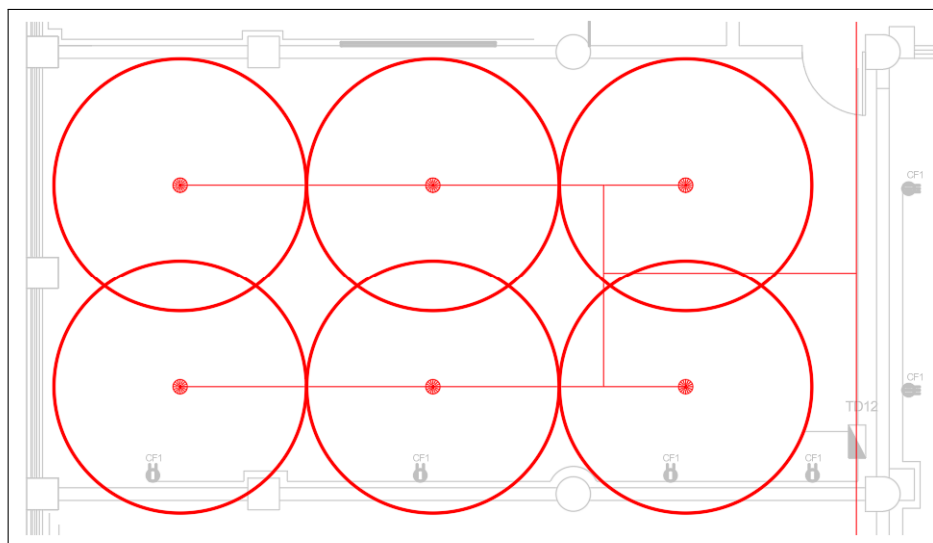
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (102)$$

$$Q_s = 6 \cdot 21.68 = 130.08\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores en el laboratorio de embebidos, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 74.

Figura 74

Distribución de rociadores en el laboratorio de embebidos - Área electricidad



- Laboratorio de telecomunicaciones

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 104\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (103)$$
$$N_r = \left(\frac{104\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 8\text{rociadores.}$$

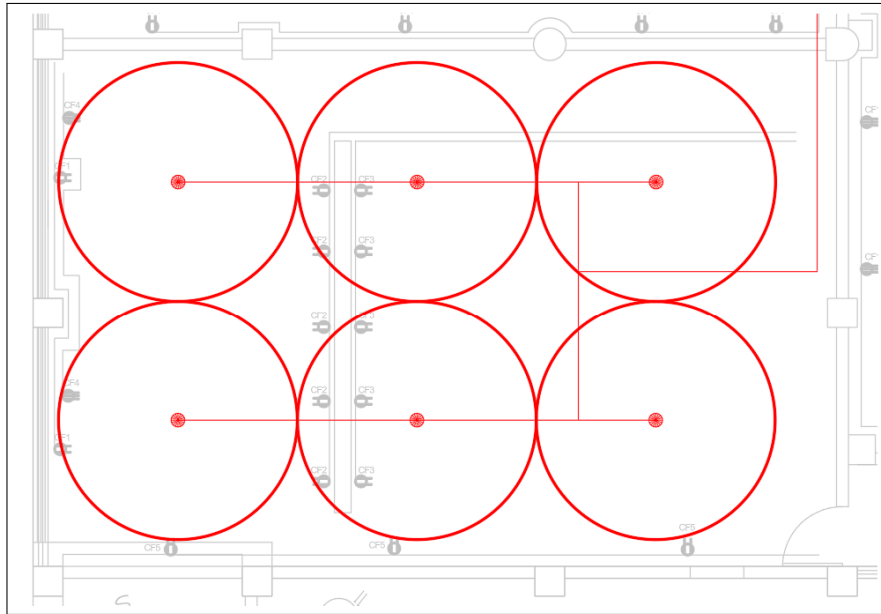
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (104)$$
$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 6 \cdot 21.68 = 130.08\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores en el laboratorio de telecomunicaciones, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 75.

Figura 75

Distribución de rociadores en el laboratorio de telecomunicaciones - Área electricidad.



■ **Pasillos**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 61\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (105)$$

$$N_r = \left(\frac{61\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6 \text{ rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (106)$$

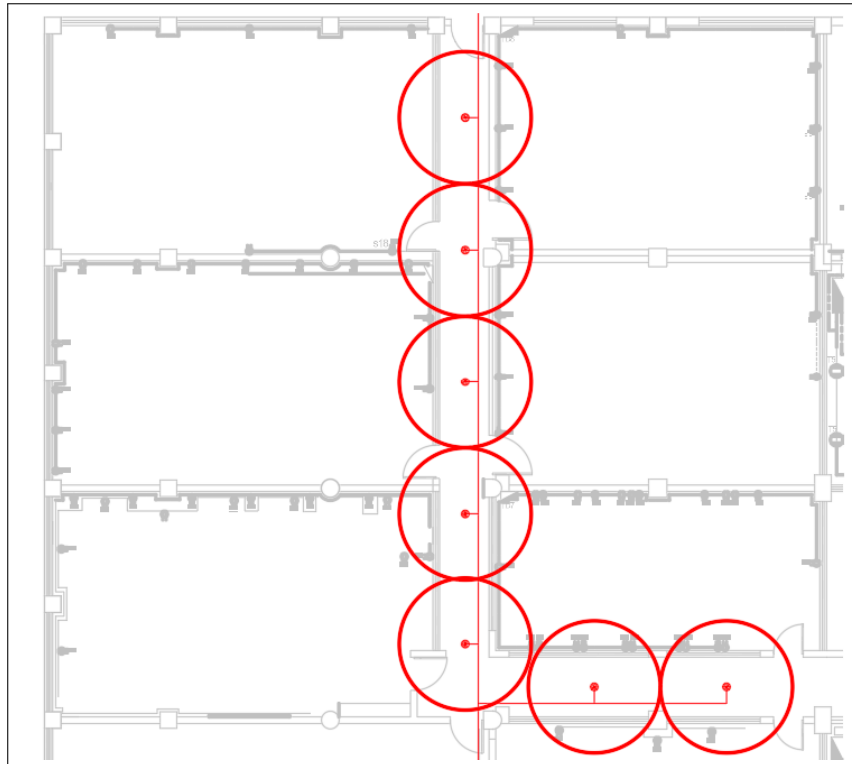
$$Q_s = 7 \cdot 21.68 = 151.76\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de siete rociadores en los pasillos del segundo tramo en el área de electricidad, considerando que el método de

extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 76.

Figura 76

Distribución de rociadores, pasillos electricidad - Área electricidad.



■ **Presión del ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo del sistema: $Q_m = 173.44GMP$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \tag{107}$$

$$L = 40.8 + 6.5 + 1.8 = 49.1m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{108}$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{49.1m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016m^{4.87}} = 1.2m.c.a$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (109)$$

$$L = 5.9 + 2.35 + 2.5 = 10.75m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (110)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{10.75m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.076m^{4.87}} = 1.07m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (111)$$

$$L = 7.7 + 2.3 + 1.5 = 11.5m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (112)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{11.5m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 8.2m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (113)$$

$$L = 15.3 + 2.1 + 2.12 + 0.84 = 20.4m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (114)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{20.4m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 14.6m.c.a$$

Tramo 5

$$L = \sum L_e \quad (115)$$

$$L = 19 + 8.75 + 5.1 = 32.85m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (116)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{32.85m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 7.9m.c.a$$

Tramo 6

$$L = \sum L_e \tag{117}$$

$$L = 12.2 + 2.6 + 1.1 = 15.9m$$

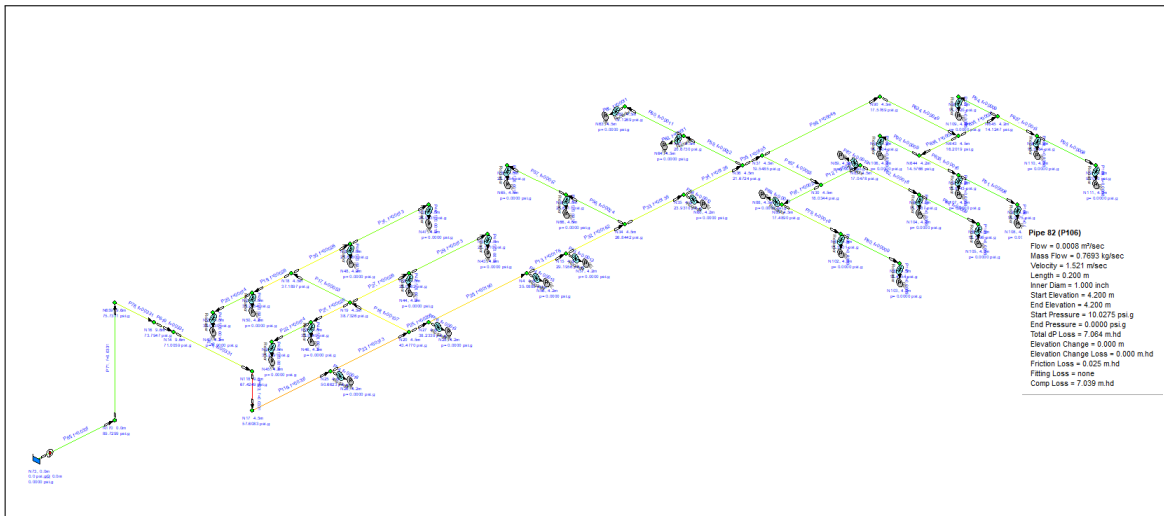
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \tag{118}$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{15.9m \cdot 0.0109m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0381m^{4.87}} = 46.04m.c.a$$

En el segundo ramal de distribución de rociadores del área de electricidad se determinó un total de 29 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 173.44 GPM y la presión máxima en este ramal es de 65.5 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert.

Figura 77

Simulación segundo ramal área de electricidad.



Nota: En la Figura se presenta la simulación hidráulica del segundo ramal del área de Electricidad, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presenta el segundo ramal del área de electricidad, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 10 psi, valor que supera la presión mínima requerida, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

Tercer y cuarto ramal de distribución de rociadores

■ **Laboratorio de Biomedicina y diseño electrónico**

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 52\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{119}$$
$$N_r = \left(\frac{52\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 4\text{rociadores.}$$

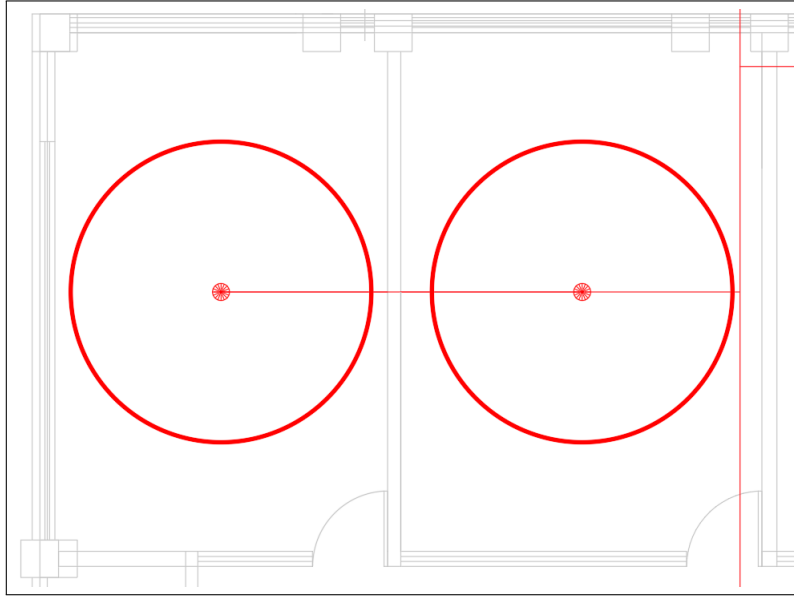
Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \tag{120}$$
$$Q_s = 2 \cdot 21.68 = 43.36\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de dos rociadores en el laboratorio de Biomedicina y diseño electrónico, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 78.

Figura 78

Distribución de rociadores en el laboratorio de Biomedicina y diseño electrónico - Área electricidad



■ Grupo de investigación de inteligencia artificial

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 69\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (121)$$

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) = \left(\frac{69\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6 \text{ rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (122)$$

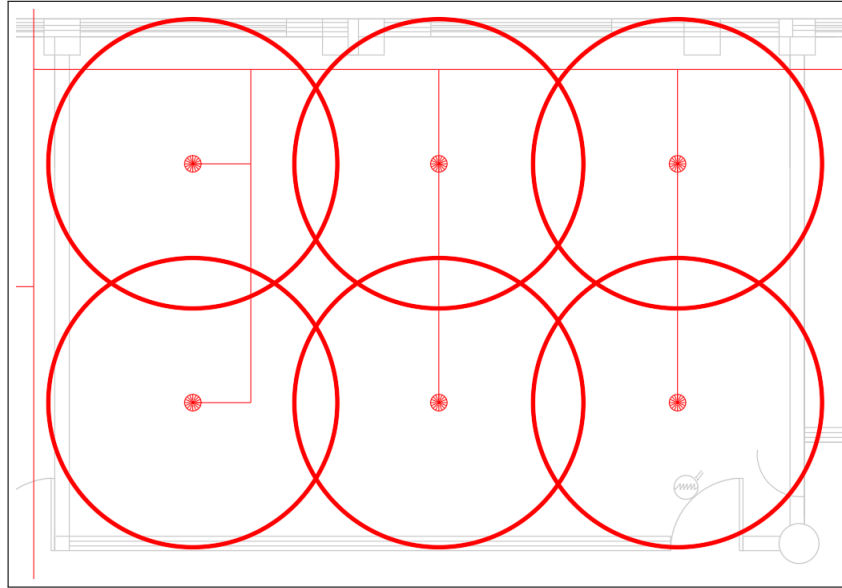
$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 6 \cdot 21.68 = 130.08 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de seis rociadores en el Grupo de Investigación de inteligencia artificial, considerando que el método de extinción

de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 79.

Figura 79

Distribución de rociadores en el Grupo de Investigación de inteligencia artificial - Área electricidad.



■ **Laboratorio de Ldle Tdl**

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 51\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (123)$$

$$N_r = \left(\frac{51\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 4\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

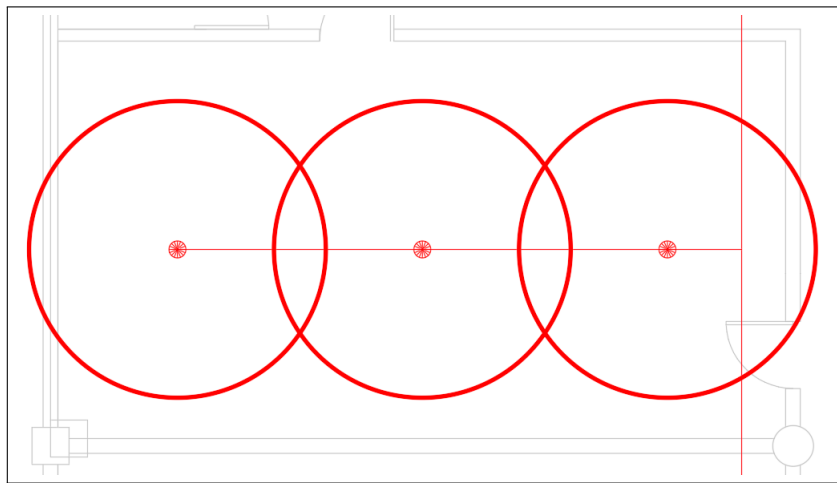
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (124)$$

$$Q_s = 3 \cdot 21.68 = 65.04GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de tres rociadores en el laboratorio de Ldle Tdl, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 80.

Figura 80

Distribución de rociadores en el laboratorio de Ldle Tdl - Área electricidad.



■ **Laboratorio de investigación automatización industrial**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 62m^2$

Número de rociadores en el área de diseño = N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{125}$$

$$N_r = \left(\frac{62m^2}{12.56m^2} \right) = 4rociadores.$$

Caudal del sistema = Q_s

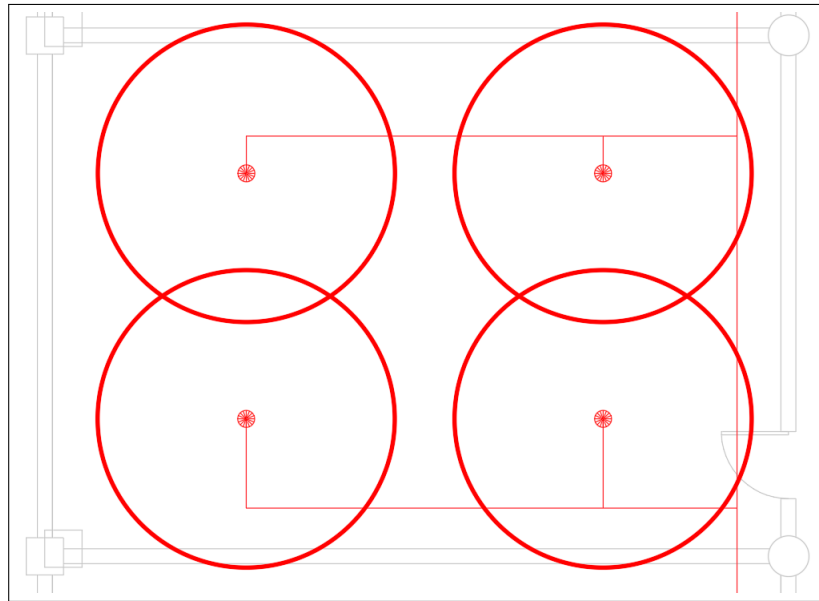
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \tag{126}$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72GMP$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el laboratorio de investigación y automatización industrial, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 81.

Figura 81

Distribución de rociadores en el laboratorio de investigación de automatización industrial - Área electricidad.



■ **Laboratorio de Simulación**

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 62m^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \tag{127}$$

$$N_r = \left(\frac{62m^2}{12.56m^2} \right) = 4rociadores.$$

Caudal del sistema Q_s

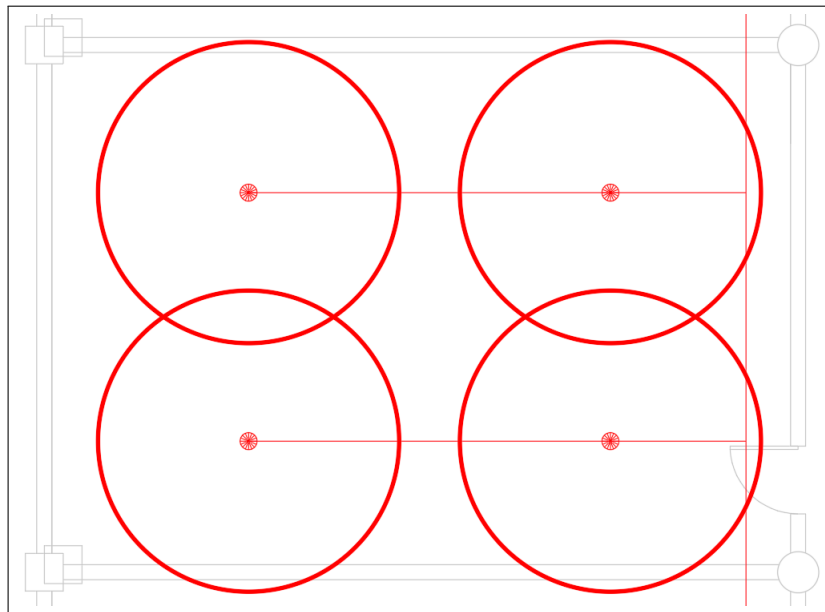
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (128)$$

$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 4 \cdot 21.68 = 86.72 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el laboratorio de Simulación, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 82.

Figura 82

Distribución de rociadores en el laboratorio de Simulación - Área electricidad.



■ **Laboratorio de Control**

Tipo de riesgo: Ordinario Grupo I

Área de diseño: $A_d = 76.8\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (129)$$

$$N_r = \left(\frac{62\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 6 \text{ rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

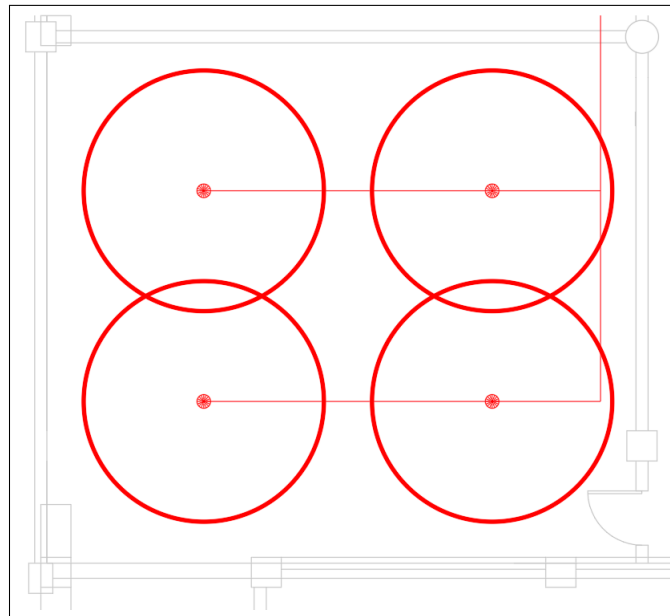
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (130)$$

$$Q_s = 4 \cdot 21.68 = 86.72 \text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de cuatro rociadores en el laboratorio de Control, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 83.

Figura 83

Distribución de rociadores en el laboratorio de Control - Área electricidad.



■ **Oficina y baños**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 50.7\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (131)$$

$$N_r = \left(\frac{50.7\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 4\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

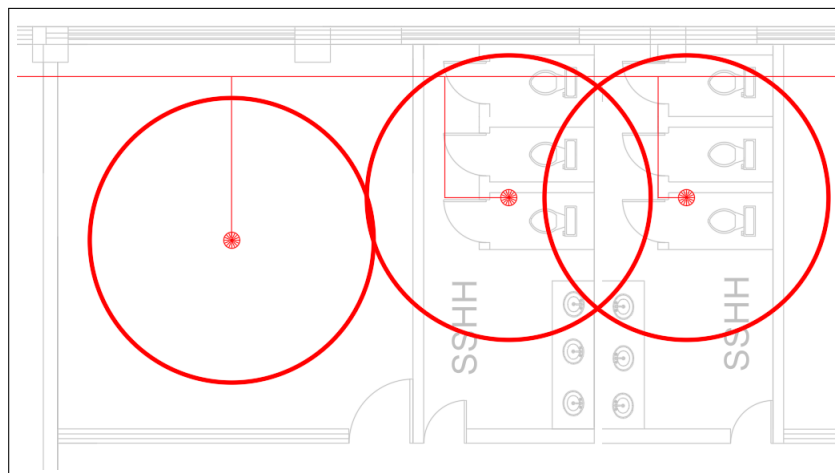
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (132)$$

$$Q_s = N_r \cdot Q_r = 3 \cdot 21.68 = 65.04\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de tres rociadores en la oficina y baños, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 84.

Figura 84

Distribución de rociadores en la oficina y baños - Área electricidad.



■ **Oficinas del área mecánica**

Tipo de riesgo: Ligero

Área de diseño: $A_d = 101.6\text{m}^2$

Número de rociadores en el área de diseño N_r

$$N_r = \left(\frac{A_d}{A_r} \right) \quad (133)$$

$$N_r = \left(\frac{101.6\text{m}^2}{12.56\text{m}^2} \right) = 8\text{rociadores.}$$

Caudal del sistema Q_s

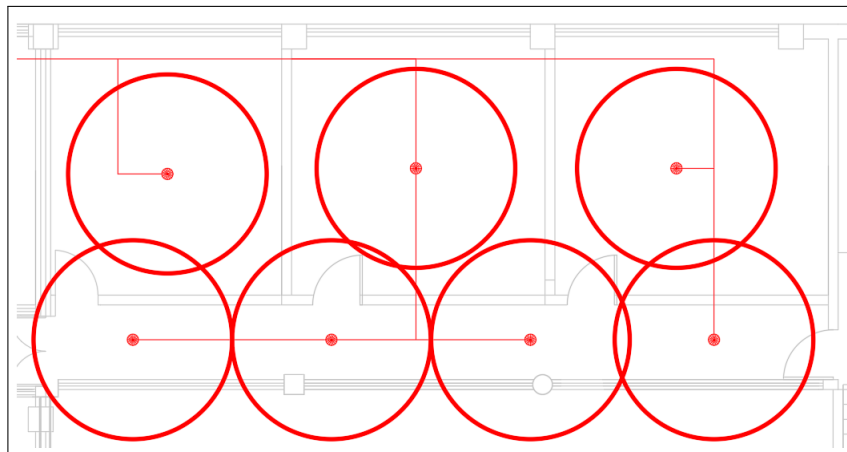
$$Q_s = N_r \cdot Q_r \quad (134)$$

$$Q_s = 7 \cdot 21.68 = 151.8\text{GMP}$$

El resultado del cálculo indica que es necesaria la instalación de siete rociadores en las oficinas del área mecánica, considerando que el método de extinción de incendios es de tipo húmedo mediante rociadores. La ubicación de estos se realiza conforme a lo mostrado en la Figura 85.

Figura 85

Distribución de rociadores en las oficinas del área mecánica.



- **Presión del ramal**

Pérdidas por fricción: H_f

Caudal máximo de la red: $Q_m = 151.8\text{GMP}$

Tramo 1

$$L = \sum L_e \quad (135)$$

$$L = 44.8 + 6.12 + 1.6 + 10 = 62.6m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (136)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{62.6m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.1016m^{4.87}} = 1.42m.c.a$$

Tramo 2

$$L = \sum L_e \quad (137)$$

$$L = 4 + 3 + 2.34 = 9.34m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (138)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{9.34m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.076m^{4.87}} = 0.88m.c.a$$

Tramo 3

$$L = \sum L_e \quad (139)$$

$$L = 28 + 6.24 + 8 = 42.3m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (140)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{42.3m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 9.5m.c.a$$

Tramo 4

$$L = \sum L_e \quad (141)$$

$$L = 17 + 2.5 + 3 = 22.5m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (142)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{22.5m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0635m^{4.87}} = 5.05m.c.a$$

Tramo 5

$$L = \sum L_e \quad (143)$$

$$L = 6 + 1.6 + 2.1 = 9.7m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (144)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{9.7m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 6.45m.c.a$$

Tramo 6

$$L = \sum L_e \quad (145)$$

$$L = 14.2 + 3.15 + 2.1 = 19.45m$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (146)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{19.45m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0508m^{4.87}} = 13m.c.a$$

Tramo 7

$$L = \sum L_e \quad (147)$$

$$L = 15.8 + 3.28 + 0.65 = 19.8m$$

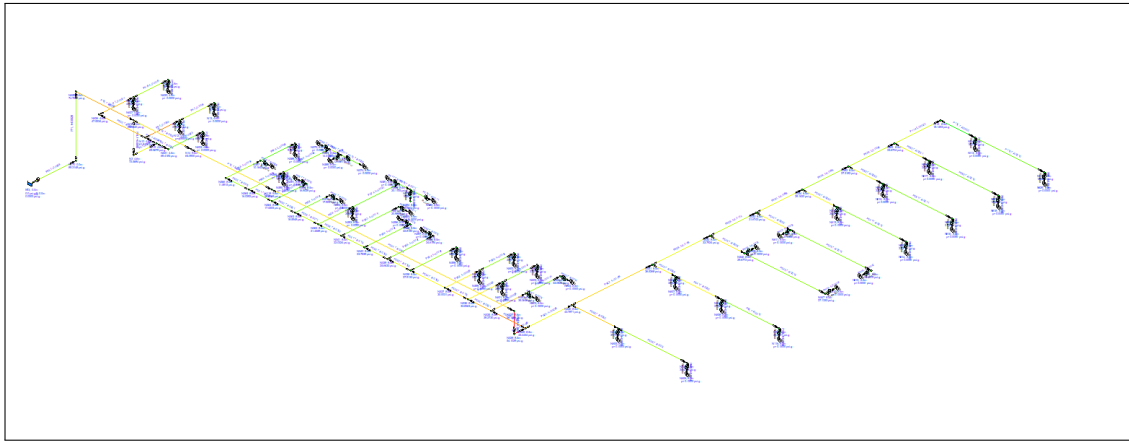
$$h_f = 10.67 \cdot \frac{L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (148)$$

$$h_f = 10.67 \cdot \frac{17.8m \cdot 0.0105m^3/s^{1.85}}{120^{1.85} \cdot 0.0381m^{4.87}} = 53.5m.c.a$$

En el tercer y cuarto ramal de distribución de rociadores del área de electricidad se determinó un total de 39 rociadores, ubicados en puntos estratégicos para garantizar una cobertura adecuada. El sistema presenta un caudal máximo de 151.8 GPM y la presión máxima en este ramal es de 76 psi. Para corroborar esta información, a continuación se presenta la simulación realizada en el software PipeFlow Expert.

Figura 86

Simulación tercer y cuarto ramal área de electricidad.



Nota: En la figura se presenta la simulación hidráulica del tercer y cuarto ramal del área de Electricidad, realizada en el software PipeFlow Expert. Fuente elaboración propia (2026).

En la simulación se presenta el tercer y cuarto ramal del área de electricidad, donde el rociador más alejado del sistema registra una presión de salida de 9 psi, valor que supera la presión mínima requerida, cumpliendo así con las condiciones de diseño establecidas.

6.3.3.3. Diseño de cisterna

Para el diseño de la cisterna del sistema de extinción de incendios, se toman los datos necesarios para determinar la capacidad de almacenamiento requerida, en función de la demanda hidráulica del sistema y el tiempo de autonomía establecido.

Los datos fueron obtenidos a partir de los cálculos realizados previamente para el sistema de rociadores, considerando el promedio del mayor caudal del tramo crítico, y adicionando un caudal de 100 GPM correspondiente a los gabinetes contra incendios, conforme a lo establecido en la norma NFPA 14.

Datos

- Caudal rociadores: 183 GPM
- Caudal gabinetes: 100 GPM

- Tiempo de respuesta: 30 minutos

Caudal total Q_t

$$Q_t = Q_r + Q_g \quad (149)$$

$$Q_t = 0.697\text{m}^3/\text{min} + 0.388\text{m}^3/\text{min}$$

$$Q_t = 1.085\text{m}^3/\text{min}$$

Volumen cisterna V

$$V = Q_t * t \quad (150)$$

$$V = 1.085\text{m}^3/\text{min} * 30\text{min}$$

$$V = Q_t * t = 32.55\text{m}^3$$

El volumen calculado de la cisterna es de $32,55 \text{ m}^3$, sin embargo, para fines de diseño y seguridad, se dimensiona un tanque de reserva con una capacidad de 33m^3 , cuyas dimensiones se detallan en la tabla 14.

Tabla 14

Dimensiones del tanque de reserva.

Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)
4	3.5	2.4

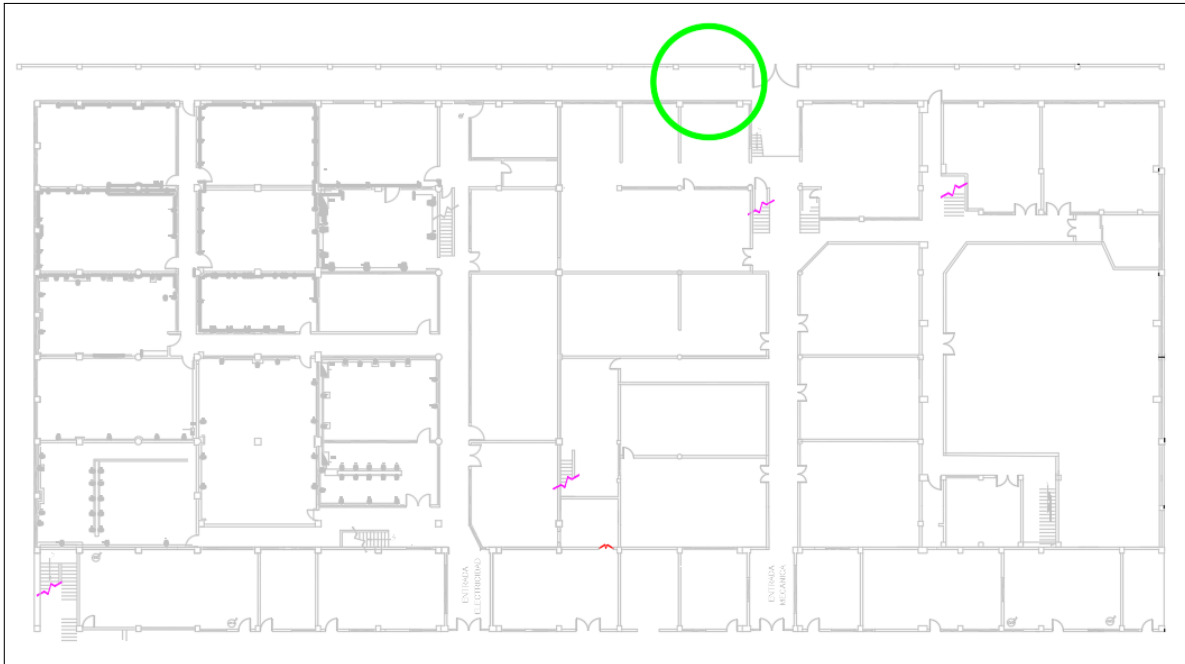
Nota: En la Tabla se muestra las dimensiones para la construcción del tanque de reserva. Fuente elaboración propia (2026).

- **Ubicación del tanque de reserva**

El tanque de reserva se ubicará a la salida del pasillo principal del área de Mecánica, en la parte externa. Para su implementación, se ejecutará una obra civil que contempla la construcción de un sótano destinado a albergar el tanque de reserva.

Figura 87

Ubicación del tanque de reserva.



Nota: La Figura muestra la ubicación del tanque de reserva, situado de manera contigua a la estación de bombeo. Fuente elaboración propia (2026).

■ Tipo de tanque de reserva seleccionado

El tanque de reserva se ubicará por encima del cuarto de bombas con el fin de garantizar una condición de succión positiva hacia la bomba contra incendios. El tanque seleccionado es de geometría rectangular y estará construido en concreto armado, con un espesor de 20 cm en los muros laterales, una losa de fondo de 30 cm y una losa de cubierta de 15 cm.

El tanque de reserva contará con un recubrimiento interior impermeable, aplicado mediante un revestimiento epóxico apto para contacto con agua, con el objetivo de garantizar la estanqueidad, alta resistencia a la corrosión, durabilidad y proteger la estructura de concreto.

En la instalación del tanque de reserva, se colocará una tubería de rebose a 150 mm por debajo del nivel superior del depósito, junto con la ubicación de la placa antivórtice a 150 mm sobre la base del tanque, lo cual limita los niveles máximo y mínimo de operación del agua.

Con el fin de asegurar la correcta operatividad del tanque de reserva, se propone la instalación de una válvula de control pilotada modelo J-1 VIKING. Esta válvula será accionada mediante un sensor de nivel, de modo que cuando el nivel de agua del tanque descienda por debajo de 300 mm, el sensor envíe una señal que permita la apertura de la válvula y el ingreso del fluido hidráulico al tanque de reserva.

6.3.3.4. Diseño del sistema de bombeo

El sistema de bombeo está conformado por dos bombas independientes: una destinada al área de Electricidad y otra al área de Mecánica, lo que permite optimizar la eficiencia operativa y asegurar un funcionamiento adecuado en cada sector. A continuación se presentan los cálculos para determinar su bomba principal y secundaria.

- **Grupo de bombeo para el área de Electricidad**

Para el cálculo de la bomba tenemos los siguientes datos:

Caudal $Q = 17.16l/s$

Altura total dinámica $H = 63.4m.c.a.$

Potencia de la bomba principal:

$$P(\text{hp}) = \frac{\gamma * H * Q}{76 * \eta} \tag{151}$$

$$P(\text{hp}) = \frac{1kg/l * 17.16 * 63.4m}{76 * 0.65} = 22.2hp$$

Potencia de la bomba secundaria (jockey):

$$P_j(\text{hp}) = \frac{\gamma * H * (0.1) * Q}{76 * \eta} \tag{152}$$

$$P_j(\text{hp}) = \frac{1kg/l * 17.16(0.1) * 63.4m(2.2)}{76 * 0.8} = 4.1hp$$

- **Grupo de bombeo para el área de Mecánica**

Para el cálculo de la bomba tenemos los siguientes datos:

Caudal $Q = 17.86l/s$

Altura total dinámica $H = 77.44m.c.a.$

Potencia de la bomba principal

$$P(\text{hp}) = \frac{\gamma * H * Q}{76 * \eta} \quad (153)$$
$$P(\text{hp}) = \frac{1kg/l * 17.86 * 77.44m}{76 * 0.65} = 28.3hp$$

Potencia de la bomba secundaria (jockey):

$$P_j(\text{hp}) = \frac{\gamma * H * (0.1) * Q}{76 * \eta} \quad (154)$$
$$P_j(\text{hp}) = \frac{1kg/l * 17.16(0.1) * 63.4m(2.2)}{76 * 0.8} = 5.1hp$$

En la Tabla 15 se presentan los resultados del grupo de bombeo obtenidos para el área de Electricidad y Mecánica.

Tabla 15

Resultados del grupo de bombeo.

Área	Bomba principal	Bomba secundaria (jockey)
Electricidad	23 hp	4.5 hp
Mecánica	29 hp	5.5 hp

Nota: La Tabla adjunta detalla la potencia nominal de los equipos de bombeo destinados a las áreas mecánica y eléctrica, especificando los requerimientos tanto para la bomba principal como para la bomba jockey. Fuente elaboración propia (2026).

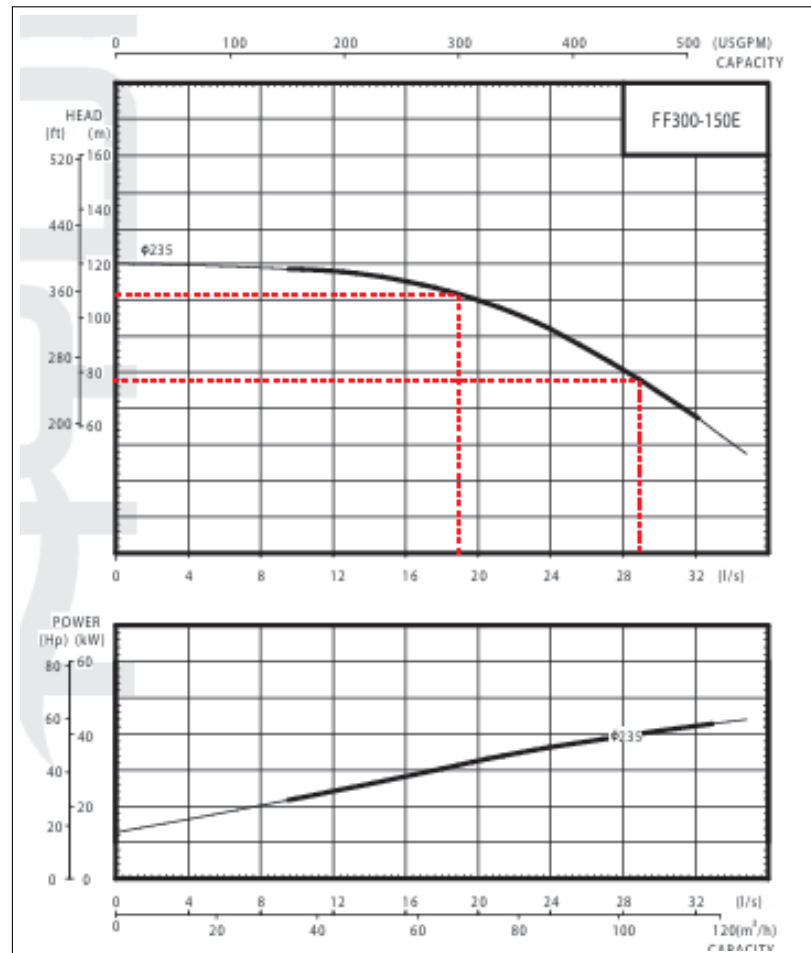
■ Selección de las bombas

Para garantizar el suministro en las áreas mecánica y eléctrica, se llevó a cabo un análisis de mercado con el fin de seleccionar el equipo de bombeo que mejor se ajustara a los parámetros de diseño establecidos.

La selección del equipo de bombeo se realizó mediante una comparativa técnica en los catálogos de HYDFIRE, priorizando aquellos modelos que se ajustan a las especificaciones y necesidades operativas de nuestra red.

Figura 88

Curvas características de la bomba.



Nota: En la Figura se presentan las curvas características del modelo de bomba FF300-150E, donde se detallan los parámetros de presión y caudal. Tomado de (DINATEK, 2021).

Para el suministro hidráulico del sistema, se han seleccionado dos bombas modelo FF300-150E, destinadas específicamente a cubrir la demanda de las áreas de mecánica y electricidad.

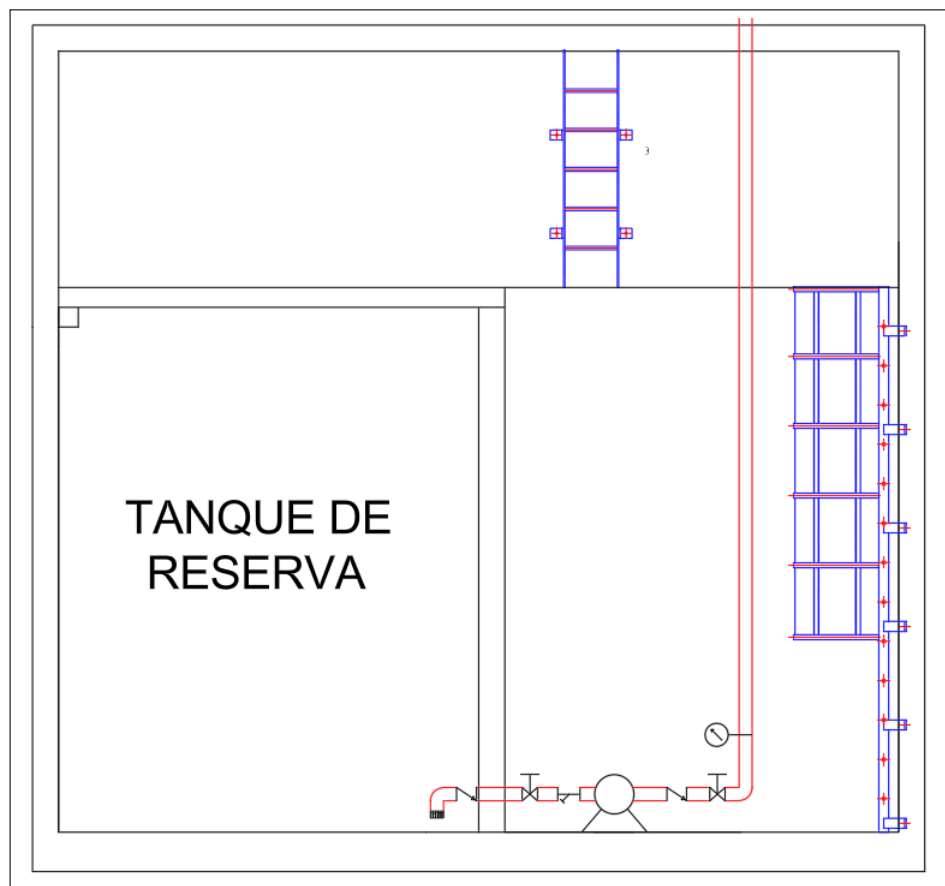
- **Instalación del cuarto de bombas**

El cuarto de bombas se encuentra ubicado junto al tanque de reserva, con el fin de garantizar una condición de succión positiva, conforme a los requerimientos establecidos por la norma NFPA 20.

Este cuarto de bombas se encontrará a la salida del pasillo principal del área de Mecánica. Para su implementación, se ejecutará una obra civil que contempla la construcción de un sótano destinado a albergar el tanque de reserva y por debajo el cuarto de bombas.

Figura 89

Ubicación del cuarto de bombas.



Nota: La Tabla adjunta especifica la localización del tanque de reserva, la disposición del cuarto de bombas contiguo y la ruta de acceso correspondiente. Fuente elaboración propia (2026).

La bomba se encuentra ubicada junto al tanque de reserva, este cuarto se encuentra a una

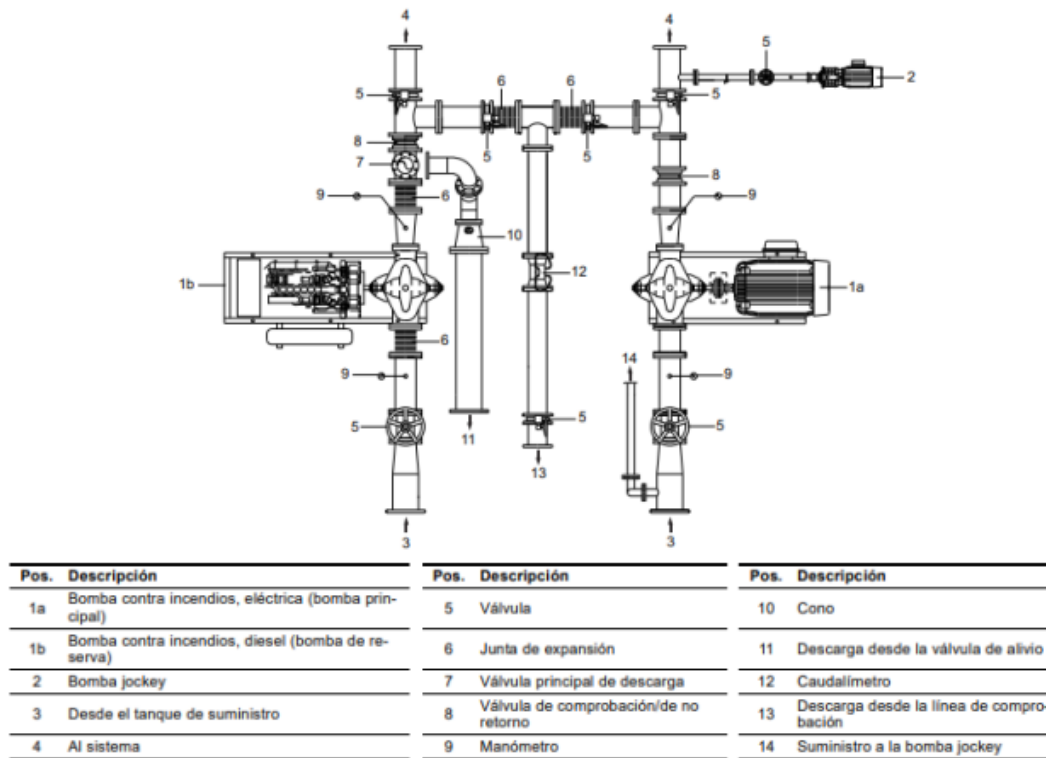
profundidad de 6.5m de la superficie, por lo que para acceder a ella es necesario implementar una escalera metálica de 1.8m hasta el nivel superior del tanque de reserva y otra de 4m hasta el lugar que se encuentran ubicadas las bombas. Como se puede observar en la Figura 89.

■ **Características del sistema de bombeo**

Para la correcta selección del sistema de bombeo, es necesario contrastar los valores obtenidos en los cálculos de diseño con las características de los equipos disponibles comercialmente, considerando criterios de disponibilidad, asesoría técnica y facilidades de mantenimiento en el mercado. En función de ello, se adopta un sistema de bombeo principal conformado por bombas tipo Split Case, compuesto por una bomba eléctrica como unidad principal y una bomba diésel como unidad de respaldo, ambas dispuestas en configuración en paralelo. Adicionalmente, el sistema contará con una bomba jockey, cuya función es mantener la presión de la red y evitar el arranque innecesario de las bombas principales.

Figura 90

Sistema de bombeo contra incendios.



Nota: En la Figura se observan las características principales del sistema de bombeo contra incendios; asimismo, se detallan los componentes de control y los equipos seleccionados para garantizar la respuesta ante emergencias, tomado de (Zahi, 2021).

6.3.4. Sistema de extinción de incendios por agentes limpios

Para el diseño de un sistema de extinción de incendios mediante agentes limpios, es imperativo iniciar con el cálculo de la concentración de diseño requerida. De acuerdo con los criterios de la norma NFPA 2001, se debe determinar el volumen exacto de cada laboratorio, tanto de mecánica como de electricidad, considerando factores como la altura, el volumen de los equipos, con el fin de calcular la masa de agente extintor necesaria para asegurar la integridad de los activos críticos sin dejar residuos conductivos.

6.3.4.1. Cálculo para los laboratorios de mecánica

El cálculo de la masa del agente se fundamenta en la volumetría de los laboratorios. Para ello, se identificaron los siguientes espacios críticos.

- **Datos del agente limpio**

Tipo de agente limpio: Halocarbonado

Agente a utilizar: FM-200

Clase de fuego: Tipo C

- **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, primera distribución**

Tabla 16

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de mecánica, primera distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
Cuarto electrificado	44
Sistema modular de producción	60

Nota: En la tabla se detallan los laboratorios del área de mecánica primera distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

Tras el cálculo volumétrico, se sumaron los volúmenes para calcular la cantidad de agente limpio, asegurando así la capacidad de extinción en cualquiera de las áreas protegidas.

- **Volumen máximo:** $V_m = 60m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \quad (155)$$

$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 60m^3$$

$$M = 12kg$$

■ **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, segunda distribución**

Tabla 17

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de mecánica, segunda distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
Robot soldadura	30
Radioactividad y toxicología	48

Nota: En la tabla se detallan los laboratorios del área de mecánica, segunda distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

Tras el cálculo volumétrico, se sumaron los volúmenes para calcular la cantidad de agente limpio, asegurando así la capacidad de extinción en cualquiera de las áreas protegidas.

■ **Volumen máximo:** $V_m = 78m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \tag{156}$$

$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 78m^3$$

$$M = 9.25kg$$

■ **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, tercera distribución**

Tabla 18

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de mecánica, tercera distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
LACTI	51

Nota: En la tabla se detallan el laboratorios del área de mecánica, tercera distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

- **Volumen máximo:** $V_m = 51m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \quad (157)$$
$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 51m^3$$
$$M = 6kg$$

Para la protección del área de mecánica, se ha determinado una masa de diseño para la primera zona de un tanque de agente limpio FM-200 de 12kg, 9.25kg y otra de 6kg.

6.3.4.2. Cálculo para los laboratorios de electricidad

El cálculo de la masa del agente se fundamenta en la volumetría de los laboratorios. Para ello, se identificaron los siguientes espacios críticos, en el caso del área de electricidad, se han determinado tres distribuciones de agentes limpios.

- **Datos del agente limpio**

Tipo de agente limpio: Halocarbonado

Agente a utilizar: FM-200

Clase de fuego: Tipo C

- **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, primera distribución**

Tabla 19

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de electricidad, primera distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
Taller electromecánico	80
Alta tensión	90
Instalaciones industriales	88

Nota: En la tabla se detallan el laboratorios del área de electricidad, primera distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

Tras el cálculo volumétrico, se sumaron los volúmenes para calcular la cantidad de agente limpio, asegurando así la capacidad de extinción en cualquiera de las áreas protegidas.

- **Volumen máximo del sistema:** $V_m = 258m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \quad (158)$$

$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 258m^3$$

$$M = 30.7kg$$

- **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, segunda distribución**

Tabla 20

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de electricidad, segunda distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
Máquinas eléctricas	132
Robótica	80

Nota: En la tabla se detallan el laboratorios del área de electricidad, segunda distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

Tras el cálculo volumétrico, se sumaron los volúmenes para calcular la cantidad de agente limpio, asegurando así la capacidad de extinción en cualquiera de las áreas protegidas.

- **Volumen máximo del sistema:** $V_m = 212m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \quad (159)$$

$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 212m^3$$

$$M = 25kg$$

- **Volúmenes a cubrir en los laboratorios, tercera distribución**

Tabla 21

Se representan los volúmenes a cubrir en los laboratorios del área de electricidad, tercera distribución.

Laboratorio	Volumen (m^3)
PLC	64
Circuitos digitales	78
Electrónica de potencia	80

Nota: En la tabla se detallan el laboratorios del área de electricidad, tercera distribución protegidos mediante agentes limpios, junto con sus respectivos volúmenes de diseño. Fuente elaboración propia (2026).

Tras el cálculo volumétrico, se sumaron los volúmenes para calcular la cantidad de agente limpio, asegurando así la capacidad de extinción en cualquiera de las áreas protegidas.

- **Volumen máximo del sistema:** $V_m = 222m^3$

Masa del agente estado gaseoso:

$$M = \frac{C}{100 - C} * \rho * V_m \quad (160)$$

$$M = \frac{9}{100 - 9} * 1.2kg/m^3 * 222m^3$$

$$M = 26kg$$

Para la protección del área de mecánica, se ha determinado una masa de diseño para la primera zona de un tanque de agente limpio FM-200 de 30.7kg, 25kg y otra de 26kg.

A continuación, se detalla el diseño de la red de tuberías y la distribución de ramales para el sistema de agentes limpios.

Figura 91

Distribución de ramales para el sistema de agentes limpios.



Nota: En la Figura se ilustra el plano de distribución de los sistemas de agente limpio, especificando la ubicación exacta de los dispositivos en cada laboratorio que lo necesita. Fuente elaboración propia (2026).

■ **Distribución del agente limpio**

El banco de almacenamiento, compuesto por cilindros de distinta cantidad de agente limpio, se localiza estratégicamente en una parte de las zonas a proteger. Esta ubicación centralizada optimiza la trayectoria de la red de distribución hacia los laboratorios.

Para garantizar la selectividad del sistema, se han integrado electroválvulas en cada ramal. Estas válvulas operan bajo una configuración normalmente cerrada, permitiendo la descarga del agente únicamente en el laboratorio donde se ha confirmado el evento de incendio. Este mecanismo optimiza el uso del agente limpio, evitando la inundación innecesaria de zonas no afectadas y manteniendo la presión de diseño en el sector comprometido.

Figura 92

Válvula solenoide N/C



Nota: En la Figura se puede observar una electroválvula solenoide N/C, tomado de (Mercado Industrial Ecuador, 2026)

6.3.5. Sistema de detección, señalización y alarma

Para el diseño de un sistema de detección, señalización y alarma de incendios, es fundamental iniciar con la identificación y clasificación del riesgo de cada área a proteger. Conforme a los lineamientos establecidos en la norma NFPA 72, se debe definir el tipo de sistema más adecuado, considerando las características constructivas de los laboratorios de mecánica y electricidad, la carga de fuego presente, la ocupación y el tipo de procesos que se desarrollan en cada espacio.

6.3.5.1. Sistema de detección de incendios

Para la detección temprana del inicio de incendios, se determinó la instalación de un sistema integral de detección automática, conformado por detectores de humo fotoeléctricos,

detectores de llama y detectores de gas, seleccionados en función de los riesgos específicos presentes en los laboratorios de mecánica y electricidad.

- **Ubicación de detectores de humo**

Los detectores de humo fueron ubicados estratégicamente en cada laboratorio, pasillo y oficina, de acuerdo con los parámetros de diseño y criterios de instalación establecidos por la norma NFPA 72.

Parámetros de ubicación

Distancia máxima entre detectores: 9.1 m

Área cubierta por detector: 83 m²

Altura máxima del detector: 10m

Para los laboratorios de torno y fresa CNC, se dispuso la instalación de detectores de humo ubicados directamente por encima de cada máquina, con el objetivo de garantizar una detección temprana de posibles focos de incendio.

Estos detectores están conectados a la electroválvula ubicada en la tubería de los agentes limpios, únicamente en los laboratorios que cuentan con ella, garantizando su correcta activación.

- **Ubicación de detectores de llamas**

En el laboratorio de soldadura, se instalarán detectores de llama del tipo UV, ubicados estratégicamente para garantizar la detección temprana de incendios con llamas abiertas, propios de los procesos de soldadura.

Parámetros de ubicación

Alcance radial del detector: 15 m

Ángulo de visión: 90° a 120°

Altura máxima del detector: 10m

■ Ubicación de detectores de gas

En el laboratorio de soldadura, se instalarán detectores de gas próximos a los tanques de oxígeno y acetileno, ubicados dentro del mismo laboratorio. Estos dos tanques se encontrarán a una distancia de almacenamiento de 6m.

Parámetros de ubicación

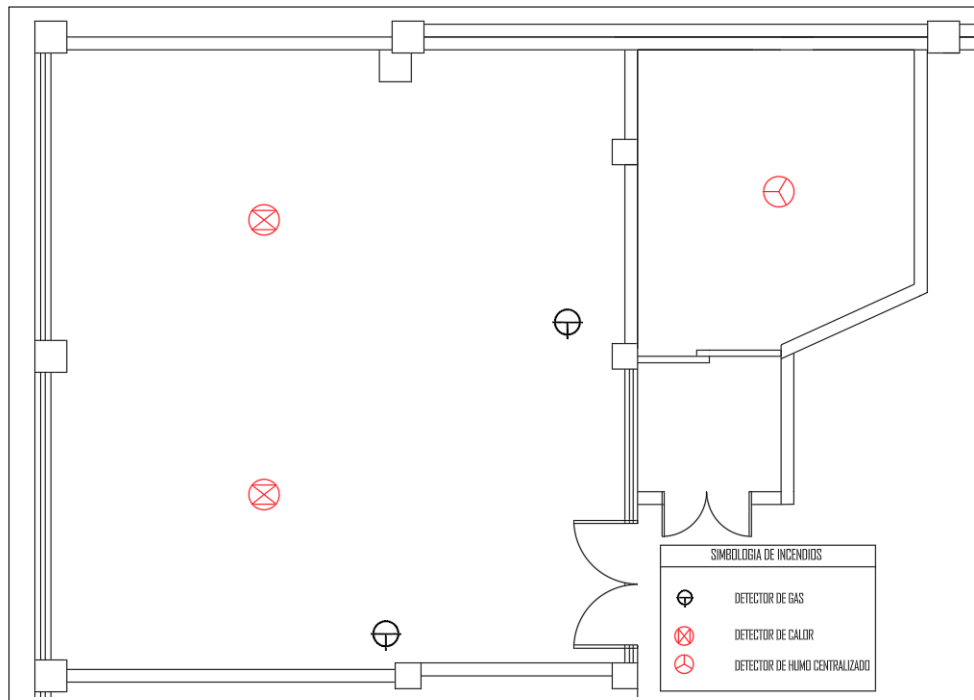
Alcance radial del detector: 5 m

Altura máxima del detector: 5m

A continuación, en la Figura 93 se presenta la distribución de los detectores en el laboratorio de soldadura y en el área de soldadura robotizada.

Figura 93

Distribución de los detectores en el laboratorio de soldadura.



Nota: En la figura se ilustra el plano de distribución de los dispositivos de detección (humo, gas y llama), acompañados de su respectiva leyenda técnica para una correcta identificación. Fuente elaboración propia (2026).

6.3.5.2. Sistema de señalización

Para una correcta identificación y orientación durante situaciones de emergencia, se determinó la instalación de un sistema integral de señalización en los laboratorios de mecánica y electricidad, compuesto por señales de evacuación, pictogramas de seguridad, indicaciones de rutas de escape y señalización de equipos contra incendios, seleccionados de acuerdo con los riesgos específicos presentes en cada área.

Para la señalización, se han integrado carteles fotoluminosos, visibles incluso en caso de emergencia. Cada uno de ellos se ha distribuido en zonas estratégicas, y su ubicación se determinará siguiendo los parámetros establecidos para garantizar una señalización efectiva y segura. Como nos dice la norma NFPA 101.

- **Parámetros para la ubicación de la señalización**

Altura de señalización desde el piso: 2m a 2.5m

Distancia máxima entre señalética: 15m

Deben ser claramente visibles y no estar bloqueados por puertas o estanterías.

Deben señalar claramente la ruta de evacuación.

Los carteles deben ser fotoluminosos o tener iluminación autónoma que garantice visibilidad.

- **Señalización a usar**

Cartel fotoluminiscente de salida de emergencia.

Cartel fotoluminiscente de flechas de salida de emergencia.

Cartel fotoluminiscente de extintores portátiles.

Cartel fotoluminiscente de botiquín.

6.3.5.3. Sistema de alarma

Para garantizar una alerta temprana y efectiva ante la ocurrencia de incendios, se determinó la instalación de un sistema integral de alarmas en los laboratorios de mecánica y electricidad.

Este sistema incluye alarmas sonoras y visuales, seleccionadas y ubicadas estratégicamente de acuerdo con los riesgos específicos presentes en cada área. La implementación de este sistema se realiza conforme a lo establecido en la norma NFPA 72.

- **Parámetros para la ubicación de alarmas sonoras y visuales**

Altura de señalización desde el piso: 2m a 3m

Distancia máxima entre señalética: 12m

Deben ser claramente visibles y no estar bloqueados por puertas o estanterías.

Deben ubicarse cerca de las salidas y en los recorridos de evacuación.

Evitar instalar alarmas cerca de fuentes de ruido constante o corrientes de aire.

- **Señalización a usar**

Lámpara de emergencia.

Luz estroboscópica.

Pulsador manual.

Sirena.

La luz estroboscópica y la sirena estarán interconectadas de manera que, según la zona donde se detecte el incidente, se active primero la alarma para alertar al personal, permitiéndole evacuar antes de la liberación del agente limpio.

Para el sistema en general, ante un incidente que implique la activación de los rociadores, las alarmas se activarán de forma correspondiente según el área afectada, ya sea mecánica o eléctrica.

6.4. Estudio presupuestario del sistema contra incendios para los laboratorios

Se han identificado y detallado los equipos, dispositivos y materiales que conforman el Sistema Contra Incendios, considerando tanto los sistemas húmedos como los sistemas secos,

de acuerdo con las condiciones operativas de los laboratorios de Mecánica y Electricidad. En esta sección se realizará la consolidación y análisis de todos los costos asociados, incluyendo suministro de materiales e instalación.

A continuación se detallan de manera desglosada los rubros correspondientes al proyecto, especificando los materiales, equipos, mano de obra y herramientas necesarias para la correcta ejecución del sistema de protección contra incendios, por cada subsistema.

6.4.1. Precios unitarios del sistema de rociadores automáticos

Figura 94

Precios unitarios del sistema de rociadores automáticos.

PROYECTO: Sistema contra incendios para los laboratorios de mecanica y electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios				
PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	1				
DESCRIPCION:	Sistema de Rociadores				
UNIDAD:	1				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO proceso/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor	3%MO				409.16
(Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)					
Coriadora	1	20.00	25		500.00
Roscadora	1	20.00	25		500.00
			PARCIAL M		1409.16
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO/U	COSTO TOTAL C=A*B	
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 in x 6m	u	105.00	18.4		1932.00
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 1/4 in x 6m	u	4.00	31.6		126.40
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 1/2 in x 6m	u	24.00	32.8		787.20
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 2 in x 6m	u	41.00	37.2		1525.20
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 2 1/2 in x 6m	u	26.00	61.8		1606.80
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 3 in x 6m	u	12.00	77.3		927.60
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 4 in x 6m	u	24.00	85		2040.00
Tee de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	41.00	1.15		47.15
Tee de Hierro Negro C-40 1 1/4 pulg	u	4.00	1.96		7.84
Tee de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	24.00	2.5		60.00
Tee de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	14.00	3.34		46.76
Tee de Hierro Negro C-40 2 1/2 pulg	u	30.00	5.68		170.40
Tee de Hierro Negro C-40 3 pulg	u	17.00	20.58		349.86
Tee de Hierro Negro C-40 4 pulg	u	9.00	41.64		374.76
Cruz de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	0.00	3.33		0.00
Cruz de Hierro Negro C-40 1 1/4 pulg	u	0.00	0		0.00
Cruz de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	2.00	4.92		9.84
Cruz de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	10.00	8.72		87.20
Cruz de Hierro Negro C-40 2 1/2 pulg	u	2.00	14.33		28.66
Cruz de Hierro Negro C-40 3 pulg	u	2.00	17.29		34.58
Cruz de Hierro Negro C-40 4 pulg	u	0.00	0		0.00
Codo de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	132.00	0.95		125.40
Codo de Hierro Negro C-40 1 1/4 pulg	u	0.00	1.98		0.00
Codo de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	1.00	2.15		2.15
Codo de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	13.00	3.71		48.23
Codo de Hierro Negro C-40 2 1/2 pulg	u	21.00	4.5		94.50
Codo de Hierro Negro C-40 3 pulg	u	5.00	7.73		38.65
Codo de Hierro Negro C-40 4 pulg	u	7.00	31.21		218.47
Union de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	0.00	1.05		0.00
Union de Hierro Negro C-40 1 1/4 pulg	u	0.00	1.08		0.00
Union de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	3.00	1.41		4.23
Union de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	4.00	3.02		12.08
Union de Hierro Negro C-40 2 1/2 pulg	u	7.00	5.52		38.64
Union de Hierro Negro C-40 3 pulg	u	1.00	7.56		7.56
Union de Hierro Negro C-40 4 pulg	u	7.00	16.43		115.01
Bushing de Hierro Negro C-40 2 1/2 x 1 1/2	u	14.00	2.36		33.04
Bushing de Hierro Negro C-40 3 x 2	u	3.00	6.57		19.71

Bushing de Hierro Negro C-40 3 x 1 1/2	u	5.00	7.28	36.40	
Bushing de Hierro Negro C-40 1 1/4 x 1	u	5.00	0.83	4.15	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 1/2 x 1 1/4	u	0.00	5.45	0.00	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 x 1 1/2	u	14.00	1.44	20.16	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 x 1	u	36.00	1.38	49.68	
Bushing de Hierro Negro C-40 1 1/2 x 1	u	45.00	0.99	44.55	
Bushing de Hierro Negro C-40 3 x 1	u	8.00	9.61	76.88	
Bushing de Hierro Negro C-40 4 x 3	u	4.00	14.97	59.88	
Bushing de Hierro Negro C-40 4 x 2 1/2	u	10.00	8.86	88.60	
Bushing de Hierro Negro C-40 4 x 2	u	0.00	7.6	0.00	
Bushing de Hierro Negro C-40 4 x 1 1/2	u	0.00	7.16	0.00	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 1/2 x 2	u	14.00	6.8	95.20	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 x 1 1/4	u	2.00	3.21	6.42	
Bushing de Hierro Negro C-40 2 1/2 x 1	u	19.00	3.02	57.38	
Bushing de Hierro Negro C-40 4 x 3 1/2	u	1.00	14.97	14.97	
Bushing de Hierro Negro C-40 3 1/2 x 3	u	1.00	14.97	14.97	
Bushing de Hierro Negro C-40 3 1/2 x 2 1/2	u	1.00	14.97	14.97	
Sprinklers de 1/2" NPT con bulbo de cristal	u	211.00	5	1055.00	
Cobertor (escutcheon) para rociador Ø 1/2"	u	211	1.80	379.80	
Válvula mariposa galvanizada Ø 4"	u	2	120.00	240	
Indicador de flujo Ø 4"	u	2	160.00	320	
Válvula de prueba y drenaje Ø 4"	u	2	155.00	310	
Manómetro industrial (entrada y salida)	u	4	38.00	152	
			PARCIAL N	13960.93	
SOPORTERIA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIU	COSTO TOTAL C=A*B	
Abrazadera para UL 1in	u	230	0.34	78.20	
Abrazadera para UL 1 1/4in	u	7	0.36	2.52	
Abrazadera para UL 1 1/2in	u	65	0.43	27.95	
Abrazadera para UL 2in	u	55	0.49	26.95	
Abrazadera para UL 2 1/2in	u	45	0.76	34.20	
Abrazadera para UL 3in	u	30	0.77	23.10	
Abrazadera para UL 4in	u	4	1.36	5.44	
Varmilla roscada UL 3/8 x 300cm	u	50	2.74	137.00	
Taco expansión UL 3/8	u	350	0.32	112.00	
Soporte ménsula 30cm	u	200	12	2400.00	
Cable rígido 3/16" acero 7x7 75 m	u	10	74.5	745.00	
Soporte tipo U 1in	u	30	0.6	18.00	
Soporte tipo U 1 1/2in	u	4	0.72	2.88	
Soporte tipo U 2in	u	12	0.92	11.04	
Soporte tipo U 2 1/2in	u	0	1.13	0.00	
Soporte tipo U 3in	u	9	1.4	12.60	
Abrazadera de tubo vertical	u	16	5	80.00	
			PARCIAL O	3716.88	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	12	6.22	3	223.92
				PARCIAL O	223.92
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Ingeniero Mecánico	1	3.58	60	214.80	
Ayudante de Plomero	9	4.23	260	9898.20	
Maestro de Obra	3	4.52	260	3525.60	
			PARCIAL P	13638.60	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					32949.49
INDIRECTOS Y UTILIDAD				17.00%	5601.41
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					38550.90

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para el sistema de rociadores automáticos, integrando los costos de herramientas, materiales, soportería, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.2. Precios unitarios del sistema de gabinetes

Figura 95

Precios unitarios del sistema de gabinetes.

NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios			
PROYECTO:	Sistema contra incendios			
ITEM:	2			
DESCRIPCION:	Sistema de gabinetes			
UNIDAD:	1			

HERRAMIENTA				
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO proceso/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)	3%MO			5.53
Cortadora	1	20.00	1	20.00
Roscadora	1	20.00	1	20.00
			PARCIAL M	45.53

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO U	COSTO TOTAL C=A*B
Tuberia de Hierro Negro C-40 diametro 2 in x 6m	u	20.00	37.2	744.00
Tee de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	0.00	3.34	0.00
Cruz de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	0.00	8.72	0.00
Codo de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	11.00	3.71	40.81
Union de Hierro Negro C-40 2 pulg	u	11.00	3.02	33.22
GABINETE metálico CONTRA INCENDIOS de 80 x 79 x 19 cm completo de 10 piezas	u	4.00	280	1120.00
			PARCIAL N	1938.03

SOPORTERIA				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO U	COSTO TOTAL C=A*B
Abrazadera para UL 2in	u	25.00	0.49	12.25
Vanilla roscada UL 3/8 x 300cm	u	5.00	2.74	13.70
Taco expansión UL 3/8	u	24.00	0.32	7.68
Soporte ménsula 30cm	u	13.00	12	156.00
Soporte ménsula 80cm	u	7.00	20	140.00
cable rígido 3/16" acero 7x7 recubierto PVC, 75 m	u	1.00	74.5	74.50
Soporte tipo U 2in	u	5.00	0.92	4.60
			PARCIAL O	408.73

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	1	6.22	2	12.44
				PARCIAL O	12.44

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C
Ingeniero Mecanico	1	3.58	8	28.64
Ayudante de Plomero	2	4.23	12	101.52
Maestro de Obra	1	4.52	12	54.24
			PARCIAL P	184.40

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)				2589.13
INDIRECTOS Y UTILIDAD			17.00%	440.15
COSTO TOTAL DEL RUBRO				
VALOR PROPUESTO				3029.28

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para el sistema de gabinetes, integrando los costos de herramientas, materiales, soportería, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.3. Precios unitarios de la construcción del tanque de reserva

Figura 96

Precios unitarios del sistema de la construcción del tanque de reserva.

PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	3				
DESCRIPCION:	Tanque de reserva				
UNIDAD:	1				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO proceso/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor (Martillo, davos, alicates, etc)	5%MO			325.35	
Retro excavadora	hora	1	50.00	12	600.00
Volqueta	viajes	2	35.00	8	560.00
Martillo Demoledor Mediano		1	40.00	1	40.00
				PARCIAL M	1525.35
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIU	COSTO TOTAL C=A*B	
Hormigón armado	m3	40.00	120	4800.00	
Varilla de 12mm x12m	u	223.00	11.33	2526.59	
Varilla de 10mm x12m	u	167.00	7.86	1312.62	
Alambre recocido de amarre #18 20kg	u	5.00	34	170.00	
Tableros metalicos 2m2	u	70.00	30	2100.00	
Puntales	u	25.00	5	125.00	
Clavos	lb	25.00	1.6	40.00	
Acelite	u	1.00	45	45.00	
Madera	u	10.00	2	20.00	
Epoxico poliamina BI 4032 1G	u	6.00	56	336.00	
Escalera marinera de 4.5m	u	1.00	4000	4000.00	
Siamesa de Bronce tipo Y de 2 1/2 x 2 1/2 x4 con placa de bronce	u	1.00	155	155.00	
Válvula check galvanizada Ø 4"	u	1	165	165.00	
Tubería de acero al carbono ASTM A53 / A795, SCH 40, Ø 4", L = 6,00 m, SCI	u	1	85.00	85.00	
Codo galvanizado Ø 4"	u	1	31.21	31.21	
Tubería de PVC C-900, Ø 4", L = 6,00 m, SCI	u	2	85.00	170.00	
Codo PVC C-900 Ø 4"	u	2	32.00	64.00	
				PARCIAL N	16145.42
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	6	6.22	4	149.28
				PARCIAL O	149.28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Ingeniero Civil (Estructural, Hidraulico y Vial)	1	4.77	60	286.20	
Albañil	5	4.28	240	5136.00	
Maestro de Obra	1	4.52	240	1084.80	
				PARCIAL P	6507.00
(M+N+O+P)					24327.05
INDIRECTOS Y UTILIDAD				17.00%	4135.60
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					28462.65

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para el tanque de reserva, integrando los costos de herramientas, materiales, soportería, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.4. Precios unitarios del cuarto de bombas

Figura 97

Precios unitarios del cuarto de bombas.

NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios				
PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	4				
DESCRIPCION:	Cuarto de bombas				
UNIDAD:	1				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO O proceso/U C.	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor (Llave de tubo, clavos, alicates, etc)	5%MO			42.03	
Herramientas electricas	4	3.00	24	288.00	
				PARCIAL M	330.03
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIU	COSTO TOTAL C=A*B	
Bomba contra incendio principal mecánica 283 GPM @ 110 psi – 29 HP	u	1	8200	8200.00	
Bomba jockey mecánica 5,5 HP	u	1	1850	1850.00	
Bomba contra incendio principal eléctrica 272 GPM @ 90 psi – 23 HP	u	1	7200	7200.00	
Bomba jockey eléctrica 4,5 HP	u	1	1650	1650.00	
Válvula de compuerta galvanizada Ø 4"	u	2	120	240.00	
Filtro tipo "Y" galvanizado Ø 4"	u	2	95	190.00	
Válvula check galvanizada Ø 4"	u	2	165	330.00	
Manómetro industrial 0–300 psi con	u	2	38	76.00	
Tablero para SCI BP	u	2	2000	4000.00	
				PARCIAL N	23736.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	2	1.00	130	260.00
Grúa	h	1	15.00	3	45.00
				PARCIAL O	305.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Ingeniero Mecanico	1	3.58	50	179.00	
Ingeniero eléctrico	1	4.77	50	238.50	
Ayudante de Plomero	2	4.23	50	423.00	
				PARCIAL P	840.50
(M+N+O+P)					25211.53
INDIRECTOS Y UTILIDAD			17.00%		4285.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					29497.48

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para el cuarto de bombas, integrando los costos de herramientas, materiales, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.5. Precios unitarios de los agentes limpios, área de mecánica

Figura 98

Precios unitarios de los agentes limpios, área de mecánica.

PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	5				
DESCRIPCION:	Sistema de Agentes limpios Mecánica				
UNIDAD:	1				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO O proceso/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)	5%MO			34.13	
Cortadora	1	20.00	25	500.00	
Roscadora	1	20.00	25	500.00	
			PARCIAL M	1034.13	
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIU	COSTO TOTAL C=A*B	
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 in x 6m	u	11.00	18.4	202.40	
Tee de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	2.00	1.15	2.30	
Cruz de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	0.00	3.33	0.00	
Codo de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	19.00	0.95	18.05	
Union de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	0.00	1.05	0.00	
Tanque de agente limpio FM200 15lb	u	1.00	780	780.00	
Tanque de agente limpio FM200 25lb	u	2.00	1270	2540.00	
Valvulas solenoide 1pulg	u	6.00	141	846.00	
Boquilla para agentes limpios	u	8.00	12	96.00	
			PARCIAL N	4484.75	
SOPORTERIA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIU	COSTO TOTAL C=A*B	
Abrazadera pera UL 1in	u	20.00	0.34	6.80	
Varrilla roscada UL 3/8 x 300cm	u	8.00	2.74	21.92	
Taco expansión UL 3/8	u	37.00	0.32	11.84	
Soporte ménsula 30cm	u	0.00	12	0.00	
cable rígido 3/16" acero 7x7 recubierto PVC 75 m	u	1.00	74.5	74.50	
			PARCIAL O	115.06	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/ U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	1	6.22	3	18.66
Tanques desde Guayaquil-Cuenca	km	1	0.70	120	84.00
				PARCIAL O	102.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Ingeniero Mecanico	1	3.58	32	114.56	
Ingeniero eléctrico	1	4.77	32	152.64	
Ayudante de Plomero	2	4.23	32	270.72	
Maestro de Obra	1	4.52	32	144.64	
			PARCIAL P	682.56	
(M+N+O+P)					6419.16
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	1283.83
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					7702.99

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para los agentes limpios, área de mecánica, integrando los costos de herramientas, materiales, soporteria, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 20% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.6. Precios unitarios de los agentes limpios, área de electricidad

Figura 99

Precios unitarios de los agentes limpios, área de electricidad.

PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	6				
DESCRIPCION:	Sistema de Agentes limpios Electricidad				
UNIDAD:	1				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA proceso B	RENDIMIENTO proceso/ U C	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)	5%MO			48.38	
Cortadora	1	20.00	10	200.00	
Roscadora	1	20.00	10	200.00	
			PARCIAL M	448.38	
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO U	COSTO TOTAL C=A*B	
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 in x	u	28.00	18.4	515.20	
Tubería de Hierro Negro C-40 diametro 1 1/2	u	9.00	32.8	295.20	
Tee de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	21.00	1.15	24.15	
Tee de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	6.00	2.5	15.00	
Cruz de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	2.00	3.33	6.66	
Cruz de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	0.00	4.92	0.00	
Codo de Hierro Negro C-40 1 pulg	u	32.00	0.95	30.40	
Codo de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	5.00	2.15	10.75	
Union de Hierro Negro C-40 1 1/2 pulg	u	7.00	1.41	9.87	
Bushing de Hierro Negro C-40 1 1/2 x 1	u	7.00	0.99	6.93	
Tanques de agente limpio FM200 60lb	u	2.00	3000	6000.00	
Tanques de agente limpio FM200 75lb	u	1.00	3800	3800.00	
Valvulas solenoide 1 pulg	u	9.00	141	1269.00	
Boquilla para agentes limpios	u	34.00	12	408.00	
			PARCIAL N	12391.16	
SOPORTERIA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO U	COSTO TOTAL C=A*B	
Abrazadera para UL 1 1/2in	u	10.00	0.49	4.90	
Abrazadera para UL 1in	u	85.00	0.34	28.90	
Varrilla roscada UL 3/8 x 300cm	u	10.00	2.74	27.40	
Taco expansión UL 3/8	u	95.00	0.32	30.40	
Soporte ménsula 30cm	u	46.00	12	552.00	
Cable rígido 3/16" acero 7x7 recubierto PVC, 75 m	u	2.00	74.5	149.00	
			PARCIAL O	792.60	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/ U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Plataformas	km	1	6.22	3	18.66
Tanques desde Guayaquil-Cuenca	km	1	0.70	130	91.00
			PARCIAL O		109.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/ U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Ingeniero Civil (Estructural, Hidraulico y Vial)	1	4.77	24	114.48	
Ingeniero Mecanico	1	3.58	40	143.20	
Ingeniero eléctrico	1	4.77	40	190.80	
Ayudante de Plomero	2	4.23	40	338.40	
Maestro de Obra	1	4.52	40	180.80	
			PARCIAL P	967.68	
(M+N+O+P)				14709.48	
INDIRECTOS Y UTILIDAD			20.00%	2941.90	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO				17651.38	

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios para los agentes limpios, área de electricidad, integrando los costos de herramientas, materiales, soporteria, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 20% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.7. Precios unitarios de los detectores de incendio

Figura 100

Precios unitarios de los detectores de incendio.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios				
PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	7				
DESCRIPCION:	Detectores de Fuego				
UNIDAD:	u				
HERRAMIENTA					
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA HORA B	RENDIMIENTO O HORAS/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)		3%MO			15.23
				PARCIAL M	15.23
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECI/U	COSTO TOTAL C=A*B
Detector de Humo fotoeléctrico		u	120.00	12.65	1518.00
Detector Calor y Temperatura		u	2.00	18.4	36.80
Estación Manual Tipo Palanca		u	12.00	13.82	165.84
Detector de gas centralizado		u	2.00	30.6	61.20
				PARCIAL N	1781.84
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5	UNIDA D	1	6.22	2.00	12.44
				PARCIAL O	12.44
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C
Ayudante de Electricista	u	3	4.23	40	507.60
				PARCIAL P	507.60
(M+N+O+P)					2317.11
INDIRECTOS Y UTILIDAD				17.00%	393.91
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					2711.02

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios de los detectores de incendio para los laboratorios en general, integrando los costos de herramientas, materiales, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.8. Precios unitarios de los extintores portátiles

Figura 101

Precios unitarios de los extintores portátiles.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios				
PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	8				
DESCRIPCION:	Extintores Portatiles				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA HORA B	RENDIMIEN O HORAS/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados,etc)	3%MO				3.15
				PARCIAL M	3.15
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECI/U	COSTO TOTAL C=A*B	
Extintor CO2	u	12.00	55.8		669.60
Extintor PQS	u	21.00	25		525.00
				PARCIAL N	1194.60
SOPORTERIA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECI/U	COSTO TOTAL C=A*B	
Soporte de pared para Extintor	u	29.00	1.15		33.35
				PARCIAL O	33.35
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5	UNIDA D	2	6.22	1.50	18.66
				PARCIAL O	18.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIEN O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C	
Maestro de Obra	u	1	4.52	12	54.24
Ayudante de Plomero	u	1	4.23	12	50.76
				PARCIAL P	105.00
(M+N+O+P)					1321.41
INDIRECTOS Y UTILIDAD				17.00%	224.64
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					1546.05

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios de los extintores portatiles para los laboratorios en general, integrando los costos de herramientas, materiales, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.9. Precios unitarios del sistema de alarma y señalización

Figura 102

Precios unitarios del sistema de alarma y señalización.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:	Juan Manuel Castro Palacios				
PROYECTO:	Sistema contra incendios				
ITEM:	8				
DESCRIPCION:	Letreros, alarmas y luces				
UNIDAD:	u				
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA HORA B	RENDIMIENTO O HORAS/U C	COSTO TOTAL D=A*B*C
Herramienta menor (Taladro, brocas, llaves de boca, dados, etc)		5%MO			10.80
				PARCIAL M	10.80
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECI/U		COSTO TOTAL C=A*B
Lámpara de señalización doble lado salida	u	2.00	24		48.00
Cartel Flechas	u	24.00	11.5		276.00
Botiquines	u	2.00	18.45		36.90
Lámpara de Emergencia Industrial	u	33.00	29.9		986.70
Luz Estroboscópica con sirena	u	4.00	11.78		47.12
Cartel de extintores	u	29.00	3.6		104.40
Sirena tipo corneta de 30W	u	2.00	14.55		29.10
Cable FPLR 2X 16-rojo de 305m	u	1.00	189		189.00
				PARCIAL N	1717.22
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 3.5	UNIDAD D	1	6.22	3.00	18.66
				PARCIAL O	18.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C
Ingeniero Electrico	u	1	4.77	24	114.48
Ayudante de Electricista	u	1	4.23	24	101.52
				PARCIAL P	216.00
(M+N+O+P)					1962.68
INDIRECTOS Y UTILIDAD				18.00%	353.28
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					2315.96

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios del sistema de alarma y señalización para los laboratorios en general, integrando los costos de herramientas, materiales, transporte y mano de obra. Asimismo, se aplica un margen de utilidad del 17% sobre el costo directo. Fuente elaboración propia (2026).

6.4.10. Precios totales del proyecto

Figura 103

Precios totales del proyecto.

ANÁLISIS DE COSTOS TOTALES					
PROYECTO: Sistema contra incendios					
Fecha:					
N°	Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Sistema de Rociadores	u	1	38550.90	38550.90
2	Sistema de gabinetes	u	1	3029.28	3029.28
3	Tanque de reserva	u	1	28404.43	28404.43
4	Sistema de Agentes limpios Mecanica	u	1	7702.99	7702.99
5	Sistema de Agentes limpios Electricidad	u	1	17651.38	17651.38
6	Detectores de Fuego	u	1	2711.02	2711.02
7	Extintores Portatiles	u	1	1546.05	1546.05
8	Letreros, alarmas y luces	u	1	2315.96	2315.96
9	Cuarto de bombas	u	1	29497.48	29497.48
TOTAL					131409.50

Nota: En la figura se desglosan los análisis de precios unitarios por cada uno para dar el total del sistema. Fuente elaboración propia (2026).

7. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diseño del sistema contra incendios destinado a los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

7.1. Normativas y tecnologías aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios

Para el diseño del sistema de protección contra incendios del establecimiento educativo, se realizó una revisión bibliográfica de la normativa aplicable, considerando tanto la normativa nacional como la internacional. A nivel nacional, se analizó la NEC 11, capítulo 16, “Norma Hidrosanitaria NHE Agua”, mientras que a nivel internacional se tomó como referencia la normativa de la NFPA “National Fire Protection Association”.

Asimismo, se consideró el conocimiento y la aplicación de las certificaciones UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual), las cuales garantizan que los equipos de protección contra incendios cumplen con estrictos estándares de seguridad, calidad y desempeño.

7.2. Diagnóstico del estado actual de infraestructura y condiciones de seguridad de los laboratorios

Una vez efectuado el análisis detallado de los espacios considerados para el diseño del sistema de protección contra incendios, se lograron identificar los siguientes aspectos relevantes:

- La edificación cuenta con diversas áreas destinadas a laboratorios, así como espacios administrativos y oficinas.
- La edificación dispone de infraestructura preexistente.
- La edificación no dispone de un plan de protección contra incendios adecuado.

Con base en la norma NFPA 13, “Norma para la instalación de sistemas de rociadores automáticos”, se clasificó el nivel de riesgo correspondiente a cada uno de los espacios analizados, obteniéndose como resultado la siguiente categorización:

Tabla 22

Resultado de los tipos de riesgos de los laboratorios de mecánica y eléctrica.

Área	Tipo de riesgo	Espacio	Observación
Mecánica	Ordinario grupo I	Laboratorios	Pocos equipos eléctricos e inflamables
Mecánica	Ligero	Aulas/oficinas	Ninguna
Eléctrica	Ordinario grupo I	Laboratorios	Varios equipos eléctricos
Eléctrica	Ligero	Aulas/oficinas	Ninguna

Nota: En la tabla se clasifica el grado de riesgo presente en los laboratorios de mecánica y electricidad, de acuerdo con los criterios estipulados en la normativa NFPA 13. Fuente elaboración propia (2026).

7.3. Diseño del sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Electricidad

El sistema consta de cuatro sistemas de extinción de fuegos, dos son de tipo húmedo y dos de tipo seco, así como de un sistema de detección, señalización y alarma en un área total de diseño de 4493.2 m^2 .

Sistema de extinción de incendios tipo húmedo.

Para el sistema propuesto se seleccionaron dos bombas contra incendios, una para los laboratorios del área de Mecánica y otra para los de Electricidad, garantizando un abastecimiento hidráulico independiente para cada zona. Asimismo, se determinó el número y la ubicación de los rociadores automáticos en cada laboratorio y se realizó una simulación hidráulica en el software Pipe Flow, verificando el cumplimiento de los parámetros establecidos por la NFPA 13, en particular la presión mínima de 7 psi en el rociador más desfavorable.

En el caso de los gabinetes contra incendios tipo II, se realizó una simulación hidráulica mediante el software Pipe Flow, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos por la norma NFPA 14. Dicha normativa exige una presión mínima de 65 psi y un caudal de 100 GPM por gabinete. Los resultados de la simulación confirmaron que los cuatro gabinetes ubicados en el establecimiento cumplen con este requisito.

La implementación del sistema propuesto requiere un tanque de reserva con una capacidad de 33 m^3 , así como un cuarto de bombas destinado a albergar dos bombas contra incendios. Para ello, es necesaria la ejecución de una obra civil destinada a la construcción del cuarto de bombas, la cual debe contemplar condiciones adecuadas de ventilación que garanticen el correcto funcionamiento y la seguridad de los equipos.

Sistema de extinción de incendios tipo seco.

Para el sistema de extinción de tipo seco se contempló la instalación de extintores portátiles, seleccionados de tipo CO₂ y PQS, los cuales se distribuyen estratégicamente en pasillos y laboratorios, en función de la clase de fuego a combatir.

Los sistemas de extinción mediante agentes limpios se ubicaron de manera estratégica, siendo implementados únicamente en áreas con alto riesgo eléctrico. El agente seleccionado es de tipo halocarbonado, específicamente FM-200, y la cantidad de agente, así como el número y

la capacidad de los cilindros, se determinó en función del volumen del recinto a proteger. Para su correcta operación e instalación, el sistema incorpora una válvula solenoide que permite la descarga controlada del agente extintor.

Sistema de detección, señalización y alarma.

Para la correcta instalación del sistema de detección, señalización y alarma de incendios, se tomó como referencia la norma NFPA 72, la cual establece los criterios para la ubicación de detectores de humo, detectores de llama, dispositivos de notificación audible y visible, tales como sirenas y luces estroboscópicas, distribuidos en los laboratorios. Asimismo, en conjunto con la norma NFPA 101, se definió la ubicación de la señalización fotoluminiscente y de las luminarias de emergencia, con el fin de garantizar rutas de evacuación seguras y visibles en caso de emergencia.

7.4. Estudio presupuestario del sistema

Finalmente, se llevó a cabo el análisis financiero del proyecto, considerando de manera detallada cada uno de los rubros asociados a los distintos sistemas a implementar. Dicho análisis incluyó los materiales, equipos, mano de obra y obras civiles, a partir de lo cual se determinó un costo total del proyecto de USD 131 409,50.

8. Conclusiones

- El proyecto de diseño del sistema contra incendios desarrollado garantiza un nivel adecuado de seguridad para las personas y la infraestructura, como también para los equipos que se encuentran en los laboratorios.

- El proyecto de diseño del sistema de protección contra incendios se desarrolló conforme a las normativas NFPA vigentes, garantizando criterios adecuados de seguridad humana, protección de la infraestructura y confiabilidad operativa, adaptándose además a las condiciones existentes de la edificación.

- El análisis del estado actual de la infraestructura de la universidad evidencia que las

edificaciones se encuentran en operación y con estructuras consolidadas, lo cual representa una limitante importante para la implementación óptima del sistema.

- El sistema de protección contra incendios está compuesto por rociadores automáticos, gabinetes, extintores portátiles y sistemas de agentes limpios, siendo estos últimos esenciales para la protección de las áreas críticas de los laboratorios.
- Para el sistema de bombeo del área de mecánica, se determinó un caudal de diseño de 283 GPM y una presión de 110 psi, el cual cubre simultáneamente los requerimientos de la red de rociadores automáticos, y los gabinetes de mangueras.
- El dimensionamiento del tanque de reserva se basó en el caudal máximo demandado por el área de mecánica. Al ser este el escenario de mayor exigencia técnica, se garantiza la cobertura y autonomía de protección en todos los espacios.
- Para el sistema de bombeo del área de electricidad, se determinó un caudal de diseño de 272 GPM y una presión de 90 psi, el cual cubre simultáneamente los requerimientos de la red de rociadores automáticos, y los gabinetes de mangueras.
- Del análisis económico realizado se concluye que el costo total del sistema de protección contra incendios resulta elevado, principalmente debido a la implementación de sistemas de agentes limpios en las zonas críticas, la construcción del tanque de reserva de agua contra incendios y del cuarto de bombas representa una inversión significativa.
- La incorporación de agentes limpios en zonas sensibles permite una extinción eficaz del incendio, sin provocar daños a los equipos eléctricos o electrónicos, lo que resulta fundamental para la protección de laboratorios.

9. Recomendaciones

- Para el sistema hidráulico, se recomienda que el tanque de reserva y el cuarto de bombas sean diseñados con capacidad de expansión futura, permitiendo la incorporación de nuevas áreas protegidas de la universidad.
- Se recomienda capacitar al personal administrativo, docente y de laboratorio en el uso de equipos de protección contra incendios y en procedimientos de emergencia, fortaleciendo así la respuesta inicial ante un conato de incendio.
- Se recomienda planificar la implementación del sistema contra incendios de manera progresiva, priorizando las áreas de mayor riesgo, como laboratorios, cuartos eléctricos y salas de equipos críticos, con el fin de optimizar la inversión inicial sin comprometer la seguridad.
- Para la correcta implementación y funcionamiento de los sistemas de agentes limpios, se recomienda realizar el diseño por zonas, de manera que cada zona protegida tome como referencia un único tanque de almacenamiento de agente, garantizando así una descarga eficiente, un control adecuado del sistema y el cumplimiento de los criterios normativos aplicables.
- Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo y pruebas periódicas, que incluya inspecciones visuales, pruebas funcionales y recargas de agentes, con el objetivo de garantizar la operatividad continua del sistema.
- Se recomienda considerar en futuros proyectos la adecuación de espacios técnicos (cielos falsos, ductos o canalizaciones) que faciliten la instalación, ampliación y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios.

Referencias

- América, F. E. (2025). *Gabinetes contra incendio tipo i, ii y iii*. Descargado de <https://www.fabricaextintoresamerica.com/gabinetes.php> (Accessed: 08-Feb-2026)
- Aquastore de México. (2023). *Tanque elevado de agua*. Descargado 2025-12-18, de <https://www.aquastoredemexico.com/tanque-elevado-de-agua/>
- AVK Válvulas S.A. (2024). *Qué es una válvula de compuerta*. Descargado 2025-12-08, de <https://www.avkvalvulas.com/es-es/m%C3%A1s-informaci%C3%B3n-y-soluciones/caracter%C3%ADsticas-de-los-productos/v%C3%A1lvulas-de-compuerta/qu%C3%A9-es-una-v%C3%A1lvula-de-compuerta>
- Barrera Limones, J. I. (2025). *Garantía constitucional de integridad y seguridad en el trabajo y coescop: Cuerpo de bomberos del cantón salinas, 2024* (B.S. thesis). La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2025.
- BESTAR STEEL . (2021). *Definición y detalles de accesorios roscados*. Descargado 2025-12-08, de <https://www.bestarpipe.com/es/newsdetail/definition-and-details-of-threaded-fittings.html>
- Blacksteel S.A.C. (s.f.). *Gabinete contra incendio tipo i*. <https://www.blacksteel.pe/producto/gabinete-contra-encendio-tipo-i/>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Borja Bocanegra, G. M. (2025). *Diseño de una herramienta para el seguimiento diario del transporte y distribución de combustibles líquidos por poliductos en Colombia*.
- BOSCH. (2025). *Bosch ffah425tr: Detector de calor / funcionamiento de -20 °c a más de 50 °c*. Descargado 2025-12-08, de <https://tvc.mx/products/9620/bosch-ffah425tr-detector-de-calor> (Producto FFAH425TR de Bosch)
- Botta, N. A. (2010). *Tipos y uso de extintores portátiles*. Rosario: Red Proteger.
- Carpio Flores, A. G. (2023). *Evaluación del sistema contra incendios del hospital general universitario católico de Cuenca sede Azogues, conforme a la normativa NFPA*.
- Coro Calvache, K. Y. (2025). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable San José Alto-Tabacundo: evaluación hidráulica del sistema de captación y conducción de agua cruda*.
- Cortés Rodríguez, Á. E., y Velandia Álvarez, J. S. (2022). *Diseño de un banco de pruebas para la verificación de la presión de ajuste y el diferencial de cierre de válvulas de alivio con accionamiento por resorte directo y pilotada de 3" de servicio en líquidos*.
- Cotto Chajón, L. A. (2024). *Diseño de la investigación de un plan de monitoreo para diagnóstico y reducción de aparición de fisuras en el sistema de rociadores automáticos*

- en el riser av1 del sistema contra incendios* (Protocolo de Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Facultad de Ingeniería, Guatemala). Descargado de <https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/protocolos/2024/TGP1578.pdf>
- CUPERSA. (2016). *Válvula para sistema contra incendios modelo 2030 (212")*. Descargado 2025-12-08, de <https://www.cupersa.com/productos/v%C3%A1lvula-para-sistema-contra-incendios-modelo-2030-2-12>
- Design Engineering Blog. (2024). *Cuarto de bombas*. Descargado de <https://bajadesignengineeringblog.academy/tag/cuarto-de-bombas/>
- DINATEK. (2021). Modelo ff200-150e - ff300-150e [Manual de software informático]. Guayaquil - Quito - Machala, Ecuador. Descargado de www.dinatek.ec (Versión V.21.C. Equipos contra incendio prepaquetizados)
- DIPAC Manta S.A. (2023). *Tubería contra incendios: cédula 10*. Descargado 2025-12-08, de <https://dipacmanta.com/tuberia-contra-incendios-cedula-10/>
- Duque Granja, P. F. (2015). *Diseño hidráulico del sistema de extinción contra incendios para una bodega de almacenamiento de producto terminado de bebidas no alcohólicas* (B.S. thesis).
- ECIS. (2021). *Tipos de extintores*. <https://www.ecis.cl/tipos-de-extintores>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Erazo Carrion, N. Y. (2019). *Diseño de un sistema de supresión de incendios basado en agentes limpios para las salas eléctricas de mina justa-ica*.
- Evanan, y Bravo, M. (2024). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de esferas contra incendios*.
- Extintores CAMEIN. (2021). *Gabinetes - categoría de productos*. <https://extintorescamein.com/product-category/gabinetes/>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Fernandez Lopez, J. A. (2019). *Apoyo en el diseño de redes hidrosanitarias de gas y sistemas de protección contra incendios adjudicados a la empresa akvo sas*.
- Fleximecan. (2025). *¿cómo funcionan los sistemas de extinción de incendios por químicos y en qué casos se utilizan?* <https://www.fleximecan.com/como-funcionan-los-sistemas-de-extincion-de-incendios-por-quimicos-y-en-que-casos-se-utilizan/>. (Accedido el 17 de enero de 2026)
- Germek Equipamentos. (2025). *Bomba de motor UL/FM para extinción de incendios*. Descargado 2025-12-18, de <https://germek.com.br/es/combate-el-incendio/bomba-de-motor-ul-fm-para-extincion-de-incendios/>
- González, C. M. F. (2020). *Sistemas de prevención y protección contra incendios en instalaciones, centros y edificaciones: Conocimientos básicos de apoyo a criminólogos y agentes*

de seguridad público-privada. Editorial Reus.

- Google Maps. (2025). *Ubicación de la universidad politécnica salesiana*. [Disponible en: <https://www.google.com/maps/dir/Salesian+Polytechnic+University>; Accedido el: 20 de febrero del 2025].
- Great American Insurance Group. (2023). *Types of fire sprinkler systems: Choosing the right protection for your needs*. <https://www.greatamericaninsurancegroup.com/content-hub/loss-control/details/types-of-fire-sprinkler-systems-choosing-the-right-protection-for-your-needs>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Greene, J. (2024). *Nfpa 22 and water storage tanks*. Descargado 2025-12-18, de <https://www.nfpa.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2024/10/30/nfpa-22-and-water-storage-tanks>
- Grupo Lasser. (2023). *¿qué es una columna seca? uso, elementos y mantenimiento*. Descargado de <https://grupolasser.com/que-es-una-columna-seca-uso-elementos-y-mantenimiento/> (Consultado el 10 de enero de 2026)
- GT-Pump. (2024). *Fire fighting jockey pump*. Descargado de <http://es.gt-pump.com/product/fire-fighting-jockey-pump>
- Guzmán, y Mosquera. (2017). *Diseño de un sistema hidráulico para el sistema contra incendios en una empresa de construcción y mantenimiento de maquinaria en la industria de alimento balanceado* (Tesis Doctoral no publicada). ESPOL. FCNM.
- Hurtado, J. G. O. (2020). *Fuego, arquitectura y ciudad*. Universidad Nacional de Colombia.
- Infoteknico. (2023). *Nfpa: Asociación nacional de protección de incendios*. Descargado de <https://www.infoteknico.com/asociacion-nfpa/> (Accedido: 2025-08-12)
- INGSERV Ltda. (2026). *Ul – fm*. Descargado de <https://ingservltda.cl/productos/ul-fm/> (Consultado el 10 de enero de 2026)
- ININ. (2020). *Detectores de radiación, los aliados de la seguridad radiológica*. Descargado 2025-12-08, de <https://www.gob.mx/inin/articulos/detectores-de-radiacion-los-aliados-de-la-seguridad-radiologica?idiom=es> (Por: Centro de Documentación y Divulgación Científica)
- Inversiones SSY. (2023). *Accesorios de acero para soldar y bridados*. Descargado 2025-12-08, de <https://inversiones-ssy.com/producto/accesorios-de-acero-para-soldar-y-bridados/>
- Kolstad, C. (2024, 18 de agosto). *Cómo funcionan los filtros en y*. Descargado 2025-12-09, de <https://tameson.es/pages/colador-y-como-funciona>
- KOS-KIEL. (s.f.). *Gabinete tipo iii*. <https://kos-kiel.com/product/gabinete-tipo-iii/>.

([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])

- Larrea Santa Cruz, L. F. (2020). Diseño de un sistema de inyección mixta agua-combustible para un motor diesel y mejorar la eficiencia del grupo electrogeno de la central termica de reserva fria eten.
- Leal, y Bonilla. (1963). Tuberías y accesorios.
- Lesspiro. (s.f.). *Gabinete tipo libro para manguera de 1¹/₂"x 15 m.* <https://lesspiro.com/producto/gabinete-tipo-libro-para-manguera-de-1%C2%BD-x-15-m/>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Macroquil. (2023). *Detector de humo y temperatura vipleX.* Descargado 2025-12-08, de <https://macroquil.com/shop/ade-5193sdt-detector-de-humo-y-temperatura-viplex-11426>
- Mansilla, C. H. V. (2014). Diseño de una red de agua para accionar sprinklers contra incendios para el edificio Luis Christen Adams. *Universidad Austral de Chile.*
- Martínez Jiménez, L. (2023). Análisis de riesgos en instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo en cubiertas industriales.
- Martínez Arciniegas, J. F. (2025). Análisis de la huella de carbono atribuida a los procesos para la rehabilitación de tuberías de acero de carbono con revestimiento interno de polietileno de alta densidad (pead).
- Masaquiza, y Ninasunta. (2024). Implementación de un sistema de bombeo de dos fluidos de diferente densidad para la carrera de electromecánica de la UTC extensión La Maná.
- Mendoza Peña, R. C. (2019). *Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación.* (B.S. thesis).
- Mercado Industrial Ecuador. (2026). *Válvula solenoide para agua y aire klop 2w250-25, 1", 220 v, normalmente cerrada.* Descargado de <https://mercadoindustrialec.com/tienda/valvula-solenoide-agua-aire-klop-2w250-25-1-220v-n-c-kailing-pneumatic-2-2/> (Consultado el 25 de enero de 2026)
- Mercurio, E. (2024). *El mercurio centenario en Cuenca.* Descargado de <https://elmercurio.com.ec/cuenca/2024/10/19/el-mercurio-centenario-cuenca/> (Accedido el 9 de abril de 2026)
- MIDUVI. (2011). Norma ecuatoriana de la construcción nec-11: Norma hidrosanitaria nhe agua, capítulo 16 [Manual de software informático]. Ecuador. (Instalaciones hidrosanitarias y sistemas de protección contra incendios)
- Muñoz Moreira, G. (2023). *Sistemas de protección contra incendios:¿ cuál es el valor agregado desde las estrategias de desarrollo sustentable?* (Tesis Doctoral no publicada).

Universidad del Desarrollo. Facultad de Ingeniería.

- Navia Ortiz, J. S. (2018). *Comparación técnica en redes de protección contra incendio por medio de sistema convencional de rociadores y sistema de agua nebulizada* (Tesis Doctoral no publicada).
- NFPA. (2017). *Nfpa 15, norma para sistemas fijos aspersores de agua para protección contra incendios*. <https://www.nfpa.org/es/product/norma-nfpa-15/p0015code/nfpa-15-norma-para-sistemas-fijos-aspersores-de-agua-para-proteccion-contra-incendios-2017/1517e>.
- NFPA. (2018). *Lista de códigos y normas*. <https://www.nfpa.org/es/for-professionals/codes-and-standards/list-of-codes-and-standards>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- NFPA. (2018a). *Nfpa 10, norma para extintores portátiles contra incendio - proceso de desarrollo*. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-10-standard-development/10>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- NFPA. (2018b). *Nfpa 13, norma para la instalación de sistemas de rociadores - proceso de desarrollo*. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-13-standard-development/13>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- NFPA. (2018c). *Nfpa 14, norma para la instalación de sistemas de tuberías verticales y de mangueras - proceso de desarrollo*. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-14-standard-development/14>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- NFPA. (2018d). *NFPA 22: Standard for water tanks for private fire protection*. Descargado de <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-22-standard-development/22>
- NFPA. (2021). *NFPA 72: National fire alarm and signaling code*. Descargado de <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-22-standard-development/22>
- NFPA. (2025). *Nfpa 2001, norma técnica que contiene los requisitos mínimos para sistemas de extinción con agentes limpios*. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-2001-standard-development/2001>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- NFPA. (2025). *Nfpa 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios*. Descargado 2025-12-12, de <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-20-standard-development/20>
- Nieto Carrillo, A. V., y Ocaña Carrera, E. R. (2010). *Diseño de un sistema de protección contra incendios en una planta envasadora de gas* (B.S. thesis).
- Núñez Lobos, F. (2017). *Prevención y control de incendios en procesos constructivos*.
- O'Connor, B. (2022). *Conceptos básicos del sistema de agente limpio*. <https://www.nfpa.org/>

es/news-blogs-and-articles/blogs/2022/05/06/clean-agent-system-basics.

(Publicación del 6 de mayo de 2022, consultado el 17 de enero de 2026)

- Pahuara Rojas, F. C. (2020). Diseño e implementación de sistema automatizado en cuarto de bombas para el suministro de agua potable en edificio torres paz.
- Pilapanta Chanalata, A. C. (2020). Análisis comparativo entre la ley de prevención, mitigación y protección contra incendios, su reglamento, y la ordenanza municipal 470 del distrito metropolitano de quito.
- Pretelt-García, J. C. (2019). Comparación técnica, normativa y de costos entre un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos y un sistema de protección contra incendio con agua nebulizada para el caso de estudio hotel el campin en la ciudad de bogotá.
- Pérez, C. R. (1997). *Hidráulica de tuberías y canales*. Popayán, Colombia: Editorial Universidad del Cauca.
- QRFS Blog. (2020). *Guide to os&y valves for fire protection systems*. Descargado 2025-12-09, de <https://blog.qrfs.com/405-guide-to-osy-valves-for-fire-protection-systems/>
- Ramos, P., Mendiola, J., Jiménez, R., Calzada, M., González, A., y Tejedor, P. (2002). Detector de ir de lámina ferroeléctrica de (pb, ca) tio3.
- Rivadeneira, y Silva. (2013). *Diseño y construcción de una bomba de ariete hidráulico con el desarrollo de un software para su dimensionamiento* (B.S. thesis).
- Rodríguez, G. S. M. (2005). *Sistemas de detección fija de incendio a bordo de naves* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad Austral de Chile.
- Ruiz Téllez, O. J. (2016). *Sistemas hidráulicos de protección contra incendios, diseño, construcción, operación y mantenimiento* (Tesis Doctoral no publicada). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- SAC, J. F. S. (2025). *Inspección, prueba y mantenimiento del sistema de extinción de agentes limpios en lima*. <https://www.jjefiresolutions.com/inspeccion-prueba-y-mantenimiento-del-sistema-de-extincion-de-agentes-limpios-en-lima/>. (Accedido el 17 de enero de 2026)
- Salas, J. (1980). Edificios para industria en la revolución industrial (1ª parte).
- Salazar, Cruz, Núñez, y Medina. (2024). Adaptación de edificaciones de valor patrimonial a estándares contemporáneos de. *Anales de Edificación*, 8(2), 57–62.
- Salazar, y Martínez. (2011). *Modelo para la determinación del tamaño óptimo de un tanque estacionario de almacenamiento de glp aplicado al negocio de comercialización al granel* (Tesis de Master no publicada). Espol.

- Salinas, A. E. A. (2012). *Evaluación del efecto de distintos sistemas de ingreso de agua, eductor y rociador vertical, sobre el tiempo de mezcla en un estanque circular*. (Tesis Doctoral no publicada). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO.
- Sánchez, M. Á. G. (2018). *Miguel ángel martínez sierra* (Tesis Doctoral no publicada). UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Saona, M., y Saona, L. (2023). *Propuesta de modernización de gestión de riesgo contra incendio para la unidad educativa gloria gorelik año 2023* (B.S. thesis).
- Servteco Extintores. (s.f.). *Clases de fuego*. <https://servteco.cl/clases-de-fuego/>. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])
- Sigcho Lala, C. D. (2018). *Elaboración de un manual de mantenimiento predictivo y preventivo para las bombas de un sistema de supresión de incendios de acuerdo a la norma nfpa 25-2011* (B.S. thesis). Quito, 2018.
- S&P. (2023). *Detectores de humos: ¿qué son y cómo funcionan?*
- Test, S. A. (2025). *Factory price addressable fire alarm system hot for sale*. https://es.made-in-china.com/co_asenware/product_Factory-Price-Addressable-Fire-Alarm-System-Hot-for-Sale_osyeyesog.html. (Producto: sistema de alarma de incendios direccionable modelo AW-FP100, CE/ISO, uso en hotel, oficina, fábrica.)
- TLV. (2023). *Instalación y beneficios de la válvula de retención*. Descargado 2025-12-08, de <https://www.tlv.com/es-mx/steam-info/steam-theory/other/check-valve-installation-and-benefits>
- Tunjacipa, y Ramirez. (2024). *Diseño de un sistema hidráulico para un elevador de carga en la industria de máquinas de coser, mercancías y repuestos de confección con una capacidad de carga de 1.5 toneladas*.
- Vargas Ramirez, C. I. (2016). *Consideraciones de diseño y cálculo de las instalaciones hidráulicas en una red de distribución de agua potable*.
- Vásquez Unda, M. F. (2019). *Análisis investigativo del cumplimiento de la norma ecuatoriana de la construcción en la industria de la construcción del distrito metropolitano de quito* (Tesis de Master no publicada). Quito, 2019.
- Vélez Sarmiento, H. P. (2024). *Propuesta de rediseño del sistema contra incendios de la central hidroeléctrica alazán* (B.S. thesis).
- Willis, J. J. F., y Llaja, A. M. V. (2020). *Propuesta de guía para la elaboración de una memoria de cálculo de sistemas de agua contra incendio*. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(2).
- Ybirma. (2018, may). *Selección y aplicación de rociadores contra incendios*. <https://>

www.contraincendio.com.ve/seleccion-rociadores-contra-incendios/. ([Consultado el 7 de Diciembre de 2025])

Ybirma, I. L. (2023). *Conexión para bomberos en sistemas contra incendios*. Descargado de <https://www.contraincendio.com.ve/conexion-para-bomberos/> (Consultado el 10 de enero de 2026)

Yungán Pintag, G. A. (2016). *Diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios basado en el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios para la empresa axxis hospital sa* (B.S. thesis). Quito, 2016.

Zahi, F. (2021). Pump room future engineers [Manual de software informático]. Descargado de <https://pdfcoffee.com/pump-room-future-engineerspdf-pdf-free.html> (Accedido el 24 de enero de 2026)

ZENSITEC. (2023). *Accesorios red de incendio, uniones ranuradas, flexibles*. Descargado 2025-12-08, de <https://zensitec.com/sistemas-contra-incendios/extincion-por-agua/accesorios-red-de-incendio>

Zensitec. (2023). *Válvula diluvio*. Descargado de <https://zensitec.com/sistemas-contra-incendios/extincion-por-agua/valvula-diluvio>

Zhunio Medina, O. E. (2024). *Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de cuenca* (B.S. thesis).

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia Lógica

Tabla 23

Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	MARCO TEÓRICO
¿Es posible diseñar una propuesta de un sistema integral contra incendios para los laboratorios de las áreas de mecánica y eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca?	Realizar la propuesta de diseño de un sistema integral contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica, sección diseño y Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.	Se diseñara un sistema contra incendios para los laboratorios de las áreas de mecánica y eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.	-VI: Propuesta. -VD: Diseño.	Mecánica de fluidos Redes de tuberías Normativa (NFPA)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	MARCO TEÓRICO
¿Se podrá realizar un análisis de las tecnologías y normativas aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios ?	Establecer las tecnologías y normativas aplicadas en el diseño e implementación de sistemas contra incendios.	Se establecerá las tecnologías y normativas aplicadas en el diseño de sistemas contra incendios.	-VI: Normativas. -VD: Diseño.	Tecnologías de los sistemas contra incendios Normativa de los sistemas contra incendios
¿Es posible diagnosticar el estado actual de la infraestructura de los laboratorios de las áreas de Mecánica, sección diseño y Electricidad?	Diagnosticar el estado actual de la infraestructura y las condiciones de seguridad de los laboratorios de las áreas de Mecánica, sección diseño y Electricidad.	Se diagnosticara el estado actual de la infraestructura de los laboratorios de las áreas de Mecánica, sección diseño y Electricidad.	-VI: Condiciones de seguridad. -VD: Diseño.	Seguridad contra incendios
¿Se podrá diseñar un sistema integral de protección contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Eléctrica?	Diseñar un sistema integral de protección contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Eléctrica	Se diseñara un sistema integral de protección contra incendios para los laboratorios de las áreas de Mecánica y Eléctrica	-VI: Sistema integral.. -VD: Diseño.	Normativa (NFPA) Redes de tuberías
¿Se podrá realizar un estudio de presupuesto detallado del diseño del sistema contra incendios propuesto.?	Realizar un análisis de costo detallado del diseño del sistema contra incendios propuesto.	Se realizará un análisis de costo detallado del diseño del sistema contra incendios propuesto .	-VI: Presupuesto. -VD: Diseño.	Costo del sistema contra incendios

Nota: La matriz de consistencia presentada facilita identificar la relación que existe entre las variables y los objetivos además de como se relaciona con el marco teórico referencial.

Anexo B: Operacionalización de Variables

La tabla 24 presenta la operacionalización de la variable dependiente: tiempo de operación.

Tabla 24

Variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE: DISEÑO				
Dimensiones	Definiciones	Indicador	Magnitud	Instrumento de medición o Fuente
Diseño de redes de tuberías	<p>Definición conceptual: Conjunto interconectado de conductos y componentes diseñado para el transporte y distribución planificada de fluidos desde una fuente hasta sus puntos de consumo o destino final (Borja Bocanegra, 2025).</p> <p>Definición operacional: Es los parámetros medibles (como el diámetro, la presión, el caudal y la longitud) que se utilizan para el diseño y la construcción de la red.</p>	Presión; Caudal; Diámetro.	PSI; in	L/s; Manómetro; Caudalímetro; Planos.

Nota: La tabla presenta las definiciones de las dimensiones de la variable dependiente utilizada en la investigación, aplicadas al proceso de corte de ladrillos refractarios, cada variable puede tener diferentes dimensiones y todas ellas deben ser medibles.

Anexo (1). Planos Anexos

La disposición de los planos anexos está en el siguiente orden:

- *Plano general de instalaciones hidráulicas del sistema contra incendios del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones hidráulicas del sistema de rociadores del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones del sistema de agentes limpios del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones hidráulicas del sistema de gabinetes del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones del sistema de detección de incendios del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones del sistema de extintores portátiles del área de mecánica y electricidad*
- *Plano de instalaciones del sistema de señalización y alarma del área de mecánica y electricidad*



A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

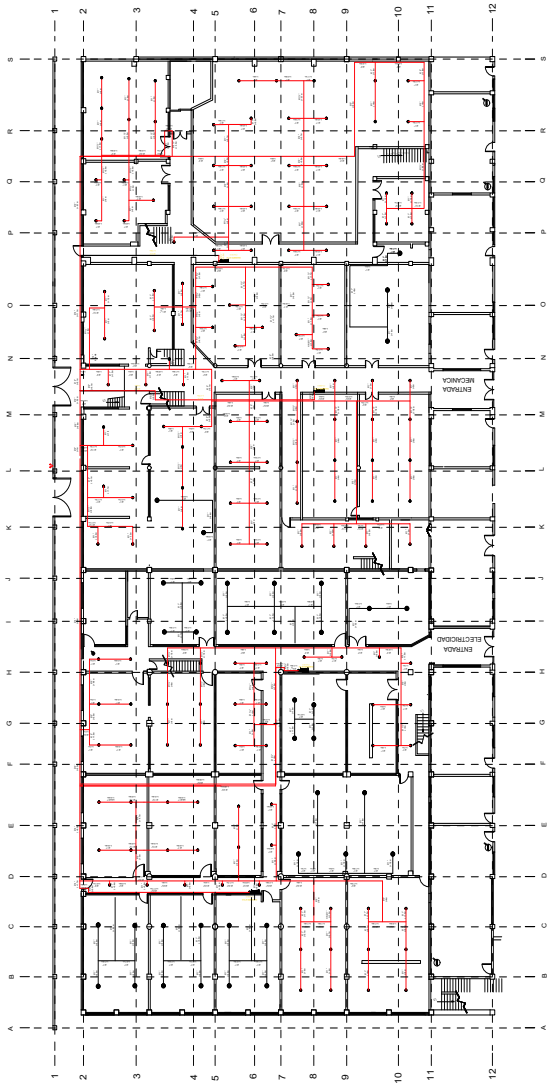
A3
297x420

A2
420x594

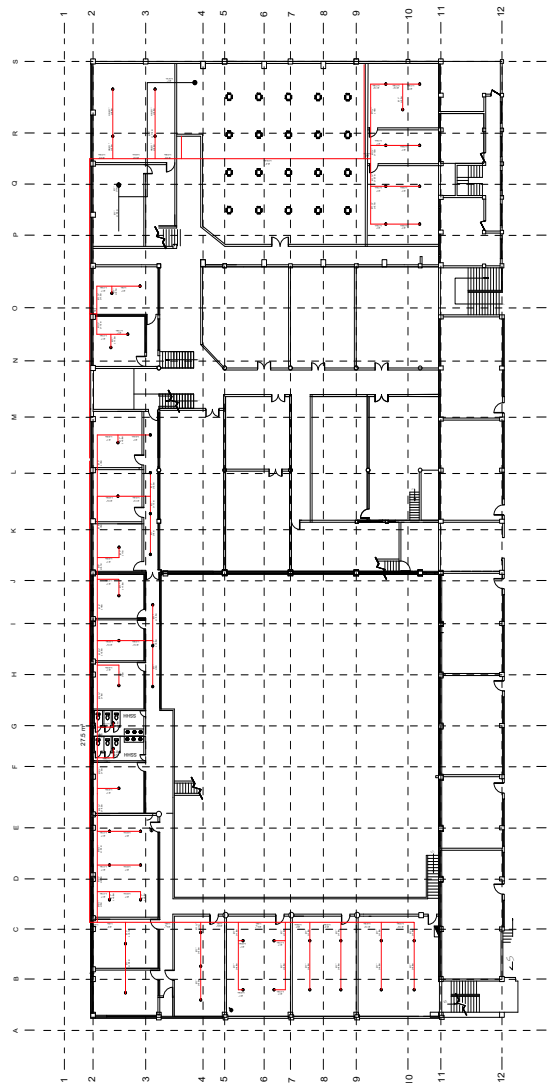
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica










PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS

-  TOMA SIAMESA 2 x 2½" NST
-  GABINETE CONTRA INCENDIOS, Clase II
-  ROCIADOR - SCI
-  BOQUILLA DE DESCARGA
-  TUBERIA CONTRA INCENDIOS
-  TUBERIA AGENTE LIMPIO

Pos. Cant.	Denominación		Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
	Nombre	Fecha	Sección:		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
Dibujado	JUAN CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA		
Comprobado	ING. FRAN REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO		
Proyección	SISTEMA COMPLETO RED TUBERIAS				Escala: 1:75 Lámina N° 1



A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

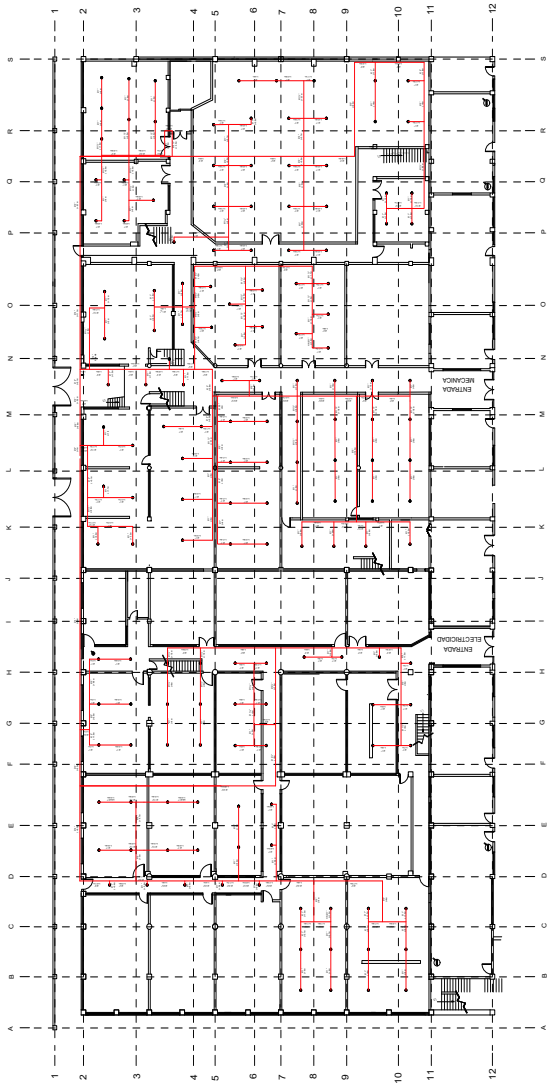
A3
297x420

A2
420x594

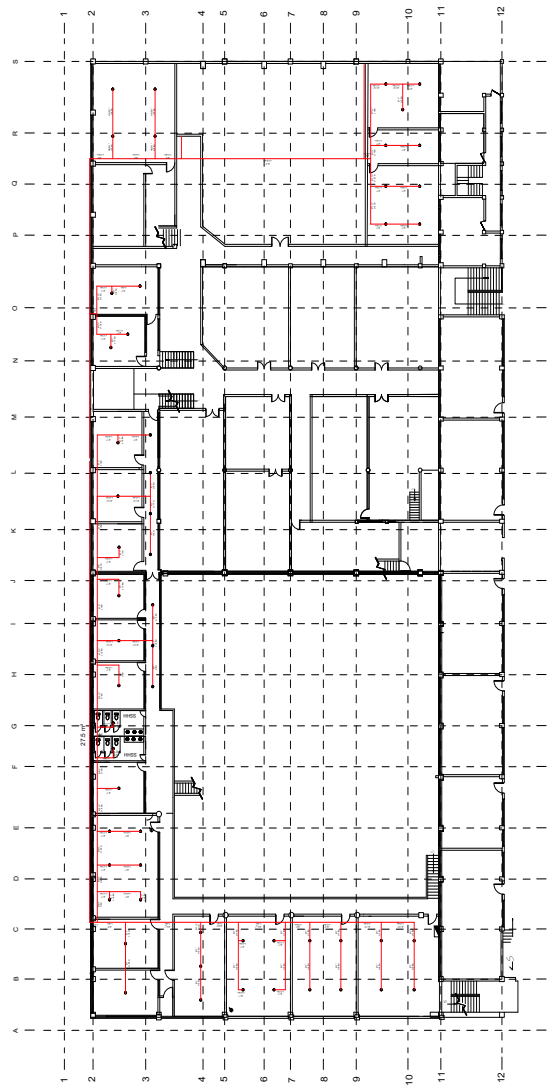
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica



PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS



ROCIADOR - SCI



TUBERIA CONTRA INCENDIOS

Pos. Cant.	Denominacion		Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
	Nombre	Fecha	Sección:		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
Dibujado	JUAN CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA		
Comprobado	ING. FRAN. REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO		
Proyección	SISTEMA TUBERIAS PARA ROCIADORES				Escala: 1:75 Lámina N° 2



A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

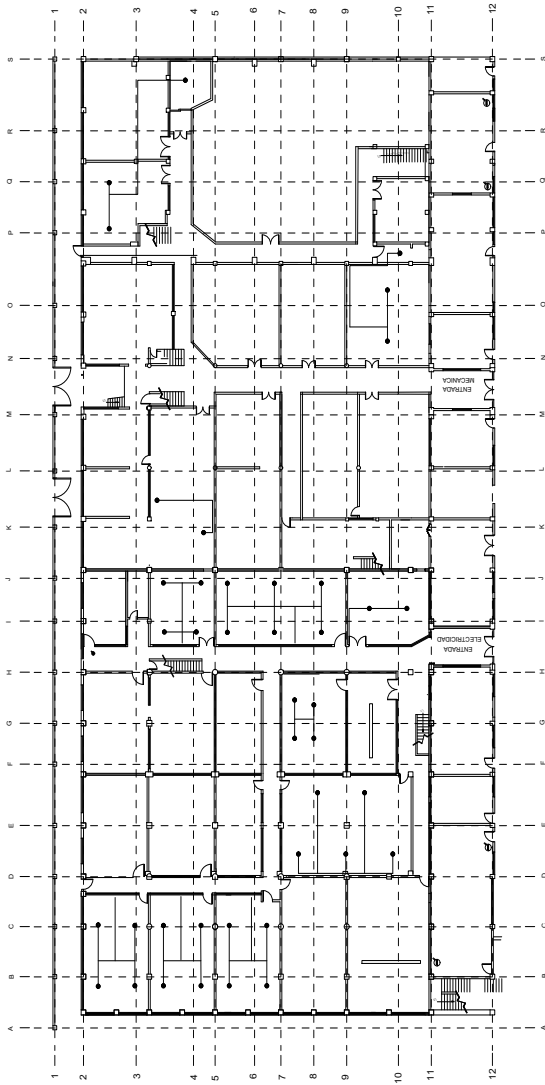
A3
297x420

A2
420x594

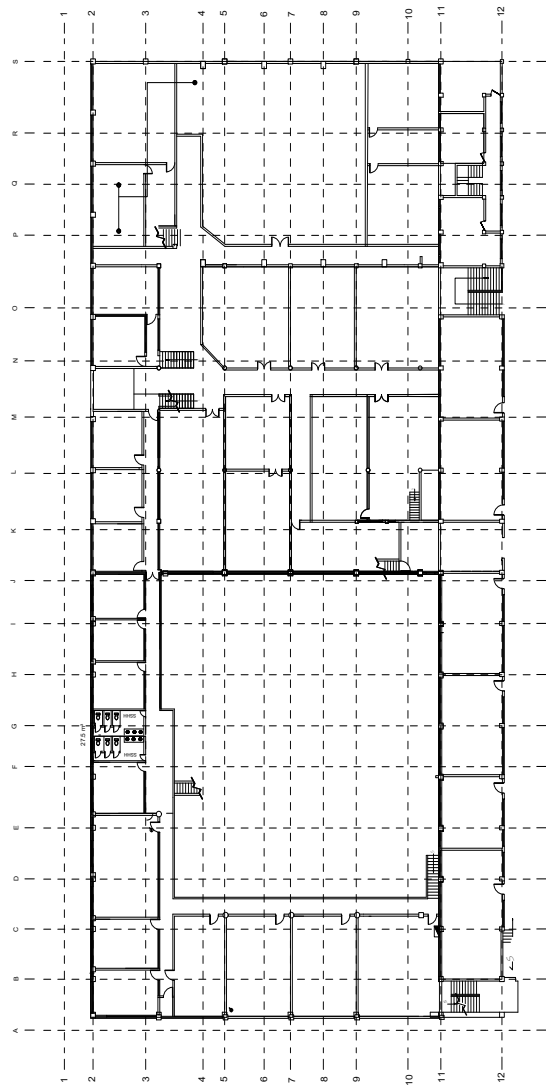
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica






PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS

-  BOQUILLA DE DESCARGA
-  TUBERIA AGENTE LIMPIO

Pos.	Cant.	Denominacion	Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
		Nombre	Fecha	Sección:	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA
Dibujado		JUAN CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA	
Comprobado		ING. FRAN REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO	
Proyección		SISTEMA TUBERIAS AGENTES LIMPIOS			Escala: 1:75
					Lámina N° 3



A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

A3
297x420

A2
420x594

A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica



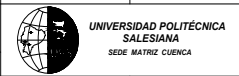
PRIMER PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS

GABINETE CONTRA INCENDIOS, Clase II

TUBERIA CONTRA INCENDIOS

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
		Nombre	Fecha	Sección:	
Dibujado		JUAN_CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA	
Comprobado		ING._FRAN_REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO	
Proyección		SISTEMA TUBERIAS PARA GABINETES			Escala: 1:50
					Lámina N° 4





A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

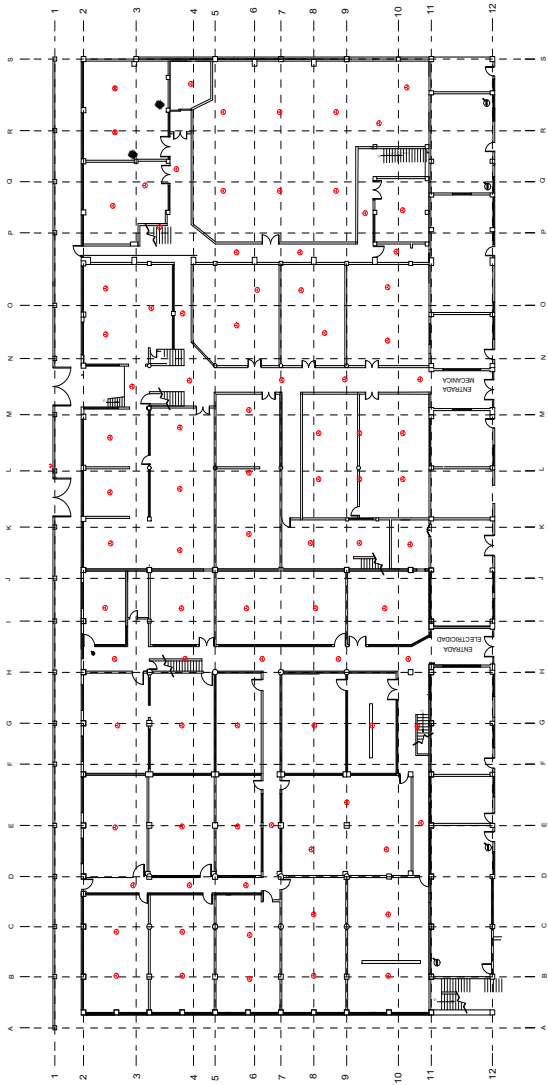
A3
297x420

A2
420x594

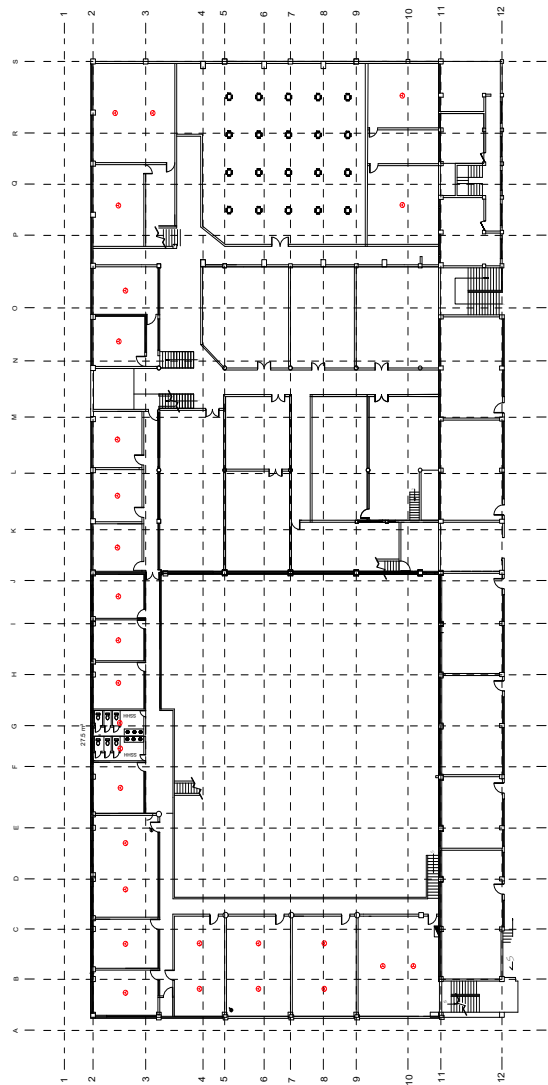
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica






PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS

-  DETECTOR DE GAS
-  DETECTOR DE CALOR
-  DETECTOR DE HUMO CENTRALIZADO

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
		Nombre	Fecha	Sección:	
Dibujado		JUAN_CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA	
Comprobado		ING._FRAN_REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO	
Proyección		SISTEMA COMPLETO DETECCION INCENDIOS			Escala: 1:75
					Lámina N° 5





A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

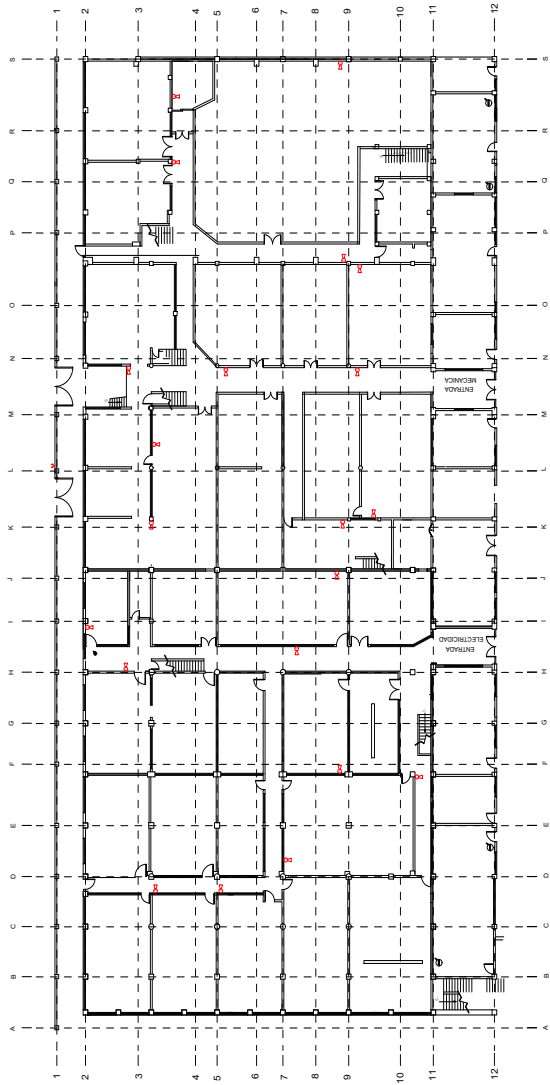
A3
297x420

A2
420x594

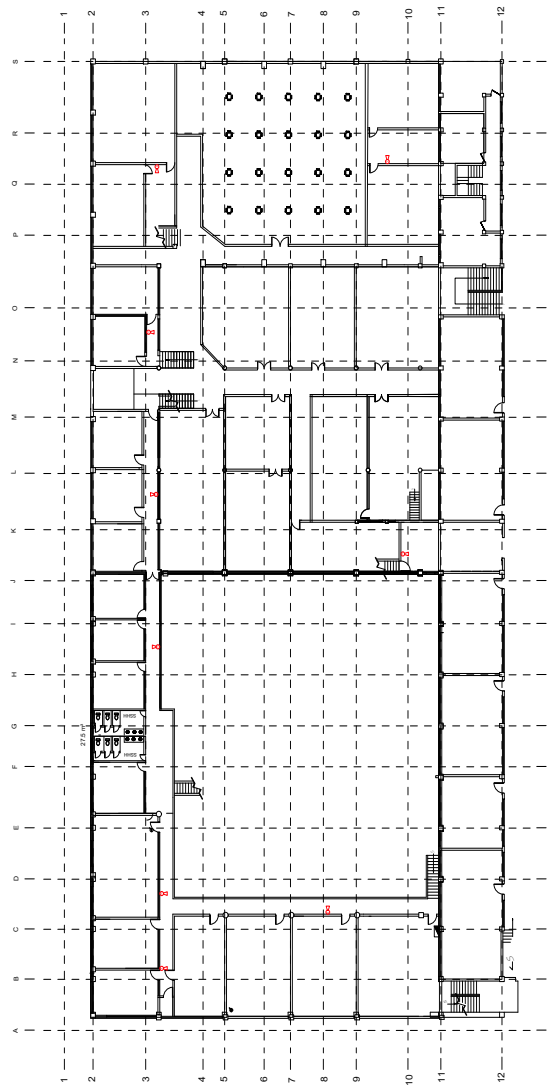
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica



PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS

EXTINTOR PQS (10LB)

EXTINTOR CO2 (10LB)

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
		Nombre	Fecha	Sección:	
Dibujado		JUAN_CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA	
Comprobado		ING._FRAN_REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO	
Proyección		SISTEMA COMPLETO DETECCION INCENDIOS			Escala: 1:75
					Lámina N° 6





A6
105x148

A5
148x210

A4
210x297

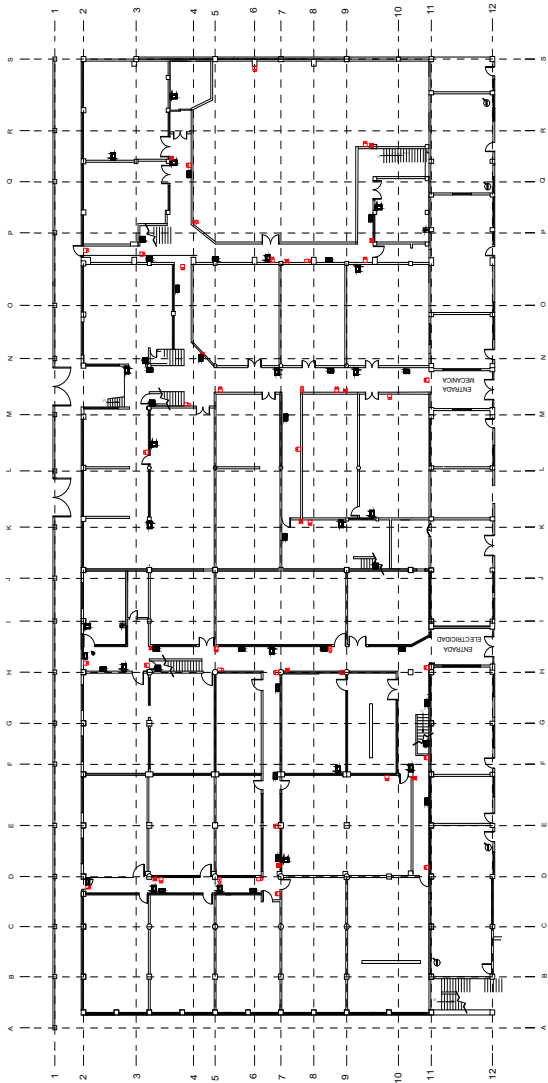
A3
297x420

A2
420x594

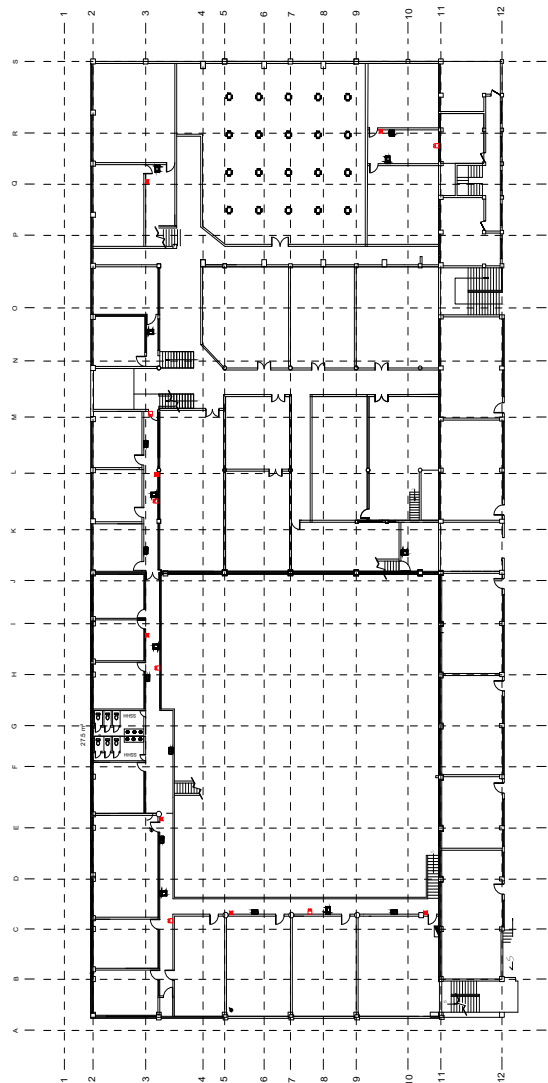
A1
594x841

A0
841x1189

Hoja de enseñanza Técnica



PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

SIMBOLOGIA DE INCENDIOS



BOTIQUIN
cartel fotoluminiscente



CARTEL DE SALIDA
20cm x 30cm
Cartel iluminado



RUTAS DE EVACUACION
SALIDA (direccional) 20cm x 30cm
Cartel fotoluminiscente



DIFUSOR DE SONIDO



PULSADOR MANUAL



LAMPARA DE EMERGENCIA



LUZ ESTROBOSCOPICA



EXTINTOR DE INCENDIOS
Cartel fotoluminiscente

Pos.	Cant.	Denominación	Norma	HIERRO NEGRO 40	Observaciones
		Nombre	Fecha	Sección:	
Dibujado		JUAN CASTRO	1-22-2026	MECÁNICA	
Comprobado		ING. FRAN REINOSO	1-22-2026	Ciclo: OCTAVO	
Proyección					
SISTEMA COMPLETO SEÑALIZACION INCENDIOS					Escala: 1:75 Lámina N° 7

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA

Anexo (2). Ficha técnica de rociadoras colgantes de respuesta rápida VIKING

	DATOS TÉCNICOS	ROCIADORES COLGANTES RESPUESTA RÁPIDA VK352 (K8.0)
1. DESCRIPCIÓN <p>Los rociadores Viking colgantes de respuesta rápida VK352 son rociadores pulverizadores termosensibles de tamaño pequeño con acabados, temperaturas nominales y tamaños de orificio que satisfacen los requisitos de diseño. Con los recubrimientos y acabados especiales de PTFE (politetrafluoroetileno), ENT (níquel químico) y Poly Finish pueden elegirse colores que se adapten a las necesidades de la decoración. Además, estos dos recubrimientos son resistentes a la corrosión y proporcionan protección contra numerosos ambientes corrosivos. FM tiene aprobado para rociador recubrimiento de ENT como resistente a la corrosión. (FM no tiene aprobado ningún para rociador recubrimiento de PTFE o poliéster como resistente a la corrosión).</p>		
2. LISTADOS Y APROBACIONES <p> Listado cULus: Categoría VNIV</p> <p> Aprobado FM: Clase 200017</p> <p> Aprobado VdS: Certificado G414019, G414020</p> <p> Aprobado LPC</p> <p> Certificado CE: Standard EN 12259-1, EC- Certificado de conformidad 0832-CPD-2001 y 0786-CPD-40279</p> <p>NOTE: Otras aprobaciones internacionales bajo pedido. Véase la tabla de aprobaciones y los criterios de diseño</p>		LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD <p>El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA. Form No. F_033414 Rev 14.2</p>
3. DATOS TÉCNICOS <p>Especificaciones: Presión mínima de trabajo: 7psi (48,3 kPa)* Presión máxima de trabajo 175 psi (1.207 kPa) Presión de prueba en fábrica: 500 psi (3.448 kPa) Prueba de presión patente núm 4,831,870 Diámetro: 3/4 NPT, 20 mm BSP Factor K: 115.2 (8.0) Temperatura mínima del líquido de la ampolla: -65 °F (-55 °C). Altura: 58 mm (2-1/4) * Listado cULus, FM de aprobación, y NFPA 13 instalaciones requieren un mínimo de 7 psi (0,5 bar). La presión mínima de funcionamiento para LPCB y CE Aprobaciones sólo es de 5 psi (0,35 bar)</p> <p>Materiales: Cuerpo: Fundición de latón UNS-C84400 Deflector: Bronce al fósforo UNS-C51000 o Cobre UNS-C19500 Ampolla de vidrio de 3 mm de diámetro nominal Resorte Belleville: Aleación de níquel, con recubrimiento de PTFE en ambas caras Tornillo: Latón UNS-C36000 Cierre: Cobre UNS-C11000 y Acero inoxidable UNS-S30400 <u>Rociadores con recubrimiento de:</u> Resorte Belleville a la vista, Tornillo niquelado y copa cubierta de PTFE <u>Rociadores con recubrimiento de poliéster:</u> Resorte Belleville a la vista <u>Rociadores con recubrimiento de ENT:</u> Resorte Belleville a la vista, tornillo y copa cubierta - ENT</p> <p>Pedidos: (Ver lista de precios en vigor.) Seleccionar la referencia base del rociador y añadir sufixo de acabado y de temperatura Sufijo de acabado: Latón = A, Cromado = F, Poliéster blanco = M-/W, Poliéster negro = M-/B, PTFE negro = N y ENT = JN Sufijo de temperatura (°F/°C): 135°/68° = A, 155°/68° = B, 175°/79° = D, 200°/93° = E, y 286°/141° = G Por ejemplo, el rociador VK352 de 1/2", en latón y 155 °F/68 °C de temperatura = Ref 18258AB</p> <p>Acabados y temperaturas disponibles: Véase tabla 1</p> <p>ACCESORIOS Ver la sección "ACCESORIOS PARAROCIADORES" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño.</p> <p>Llaves para rociadores: A. Llave estándar: Ref. 10896W/B (disponible desde el año 2000)</p>		Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación http://www.vikingcorp.com Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

Form 033414-ES-130715

B. Llave para rociador Viking MicrofastHP® recubierto y empotrado: Referencia 16036W/B** (desde 2011)

C. En opción, herramienta para quitar cubierta de protección / instalación de Empellecedores*** Pieza No. 15915 (disponible desde año 2010).

** Se requiere un trinquete de 1/8" (no suministrado por Viking).

*** Permite el uso de la palabra adjuntando una longitud de 1" de diámetro de tubo de CPVC de la herramienta. Ideal para gabinetes de aspersión. Consulte el Boletín F_051808.

Armarios para rociadores:

A. Capacidad para seis rociadores: Referencia 01724A

B. Capacidad para doce rociadores: Referencia 01725A. Disponible desde el año 1971.

6. INSTALACIÓN

Consultar los Estándares de Instalación NFPA aplicables.

7. FUNCIONAMIENTO

En caso de incendio, el líquido de la ampolla se dilata y se produce su rotura, liberando el cierre del orificio del rociador. Al circular el agua a través del orificio, choca con el deflector y da lugar a una pulverización homogénea de la descarga de agua que extingue o controla el fuego.

8. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

Véase NFPA 25.

9. DISPONIBILIDAD

LOS PRODUCTOS Viking están disponibles en todo el mundo a través de su red de distribuidores. Consulte www.vikingcorp.com o pongase en contacto con Viking

10. GARANTÍA

Las condiciones de la garantía de Viking se encuentran en la lista de precios en vigor

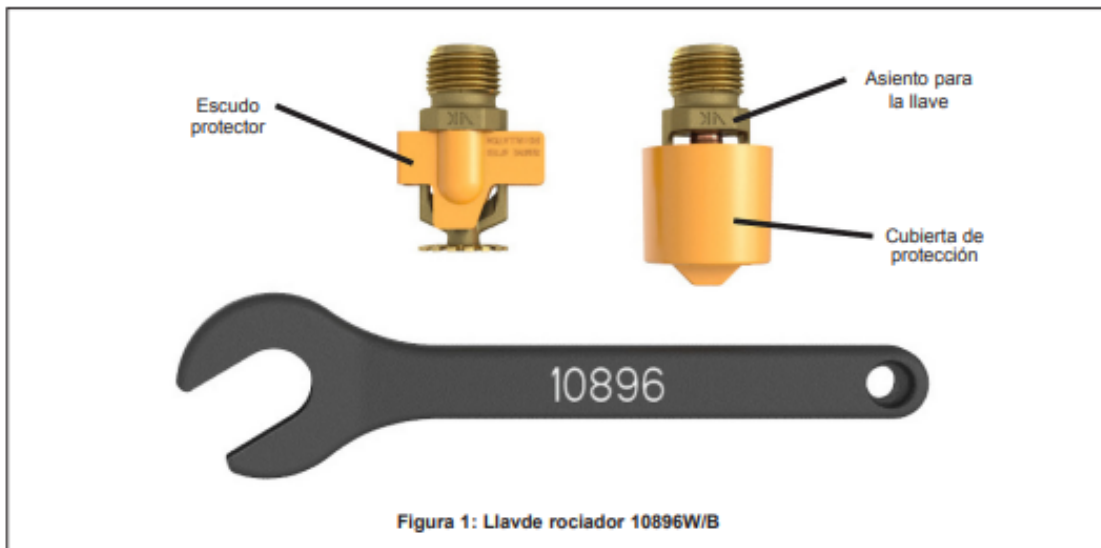


Figura 1: Llave rociador 10896W/B

TABLA 1 : TEMPERATURA Y ACABADOS

Clasificación por temperatura	Temperatura nominal ¹	Temperatura ambiente máxima en el techo ²	Color de la ampolla
Ordinaria	57°C (135°F)	38°C (100°F)	orange
Ordinaria	68°C (155°F)	38°C (100°F)	rot
Intermedia	79°C (175°F)	65°C (150°F)	gelb
Intermedia	93°C (200°F)	65°C (150°F)	grün
Alta	141°C (286°F)	107°C (225°F)	blau

Acabados: Bronce, Cromado, poliéster blanco, poliéster negro, PTFE negro y ENT

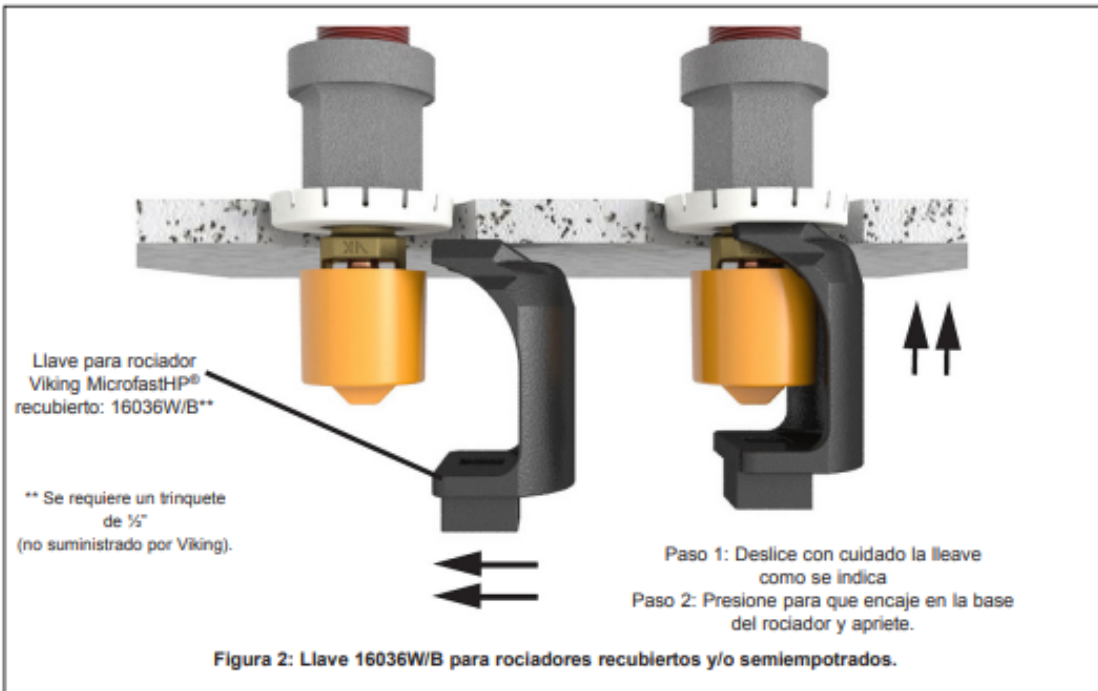
Resistentes a la corrosión³: Poliéster blanco, poliéster negro, PTFE negro y ENT. ENT en todas las temperaturas, excepto 57 ° C

Notas

¹ La temperatura rociador se encuentra estampada en el deflector.

² Según NFPA-13. Puede haber otros límites, dependiendo de la carga de fuego, la posición del rociador, y cualquier otro requerimiento de la normativa local.

³ Los recubrimientos de protección han pasado los ensayos de corrosión indicados por las entidades de homologación según se indica en pág 41d. Estos ensayos no pueden cubrir todos los casos posibles. Es preciso comprobar cual será el ambiente en el que se encontrarán los rociadores una vez instalados. El recubrimiento se aplica solo al cuerpo. El muelle de cierre se encuentra siempre expuesto.



Anexo (3). Ficha técnica de gabinetes contra incendios.

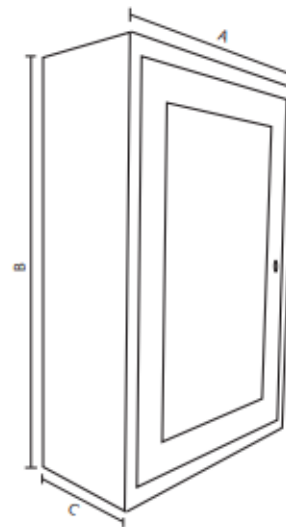
Ficha Técnica Gabinete Contra Incendio

Gabinete para redes contra incendio de incrustar y/o sobreponer, hueco derecho o izquierdo, cumple los parámetros de la norma de la INCONTEC 1669 y a la norma NFPA 14.

Caja Gabinete:

Fabricado con lamina Coll Rolled calibre 20
Proceso de soldadura MIG
Terminado en Pintura electrostática o anticorrosiva y laca color rojo
Incluye chapa con llave
No incluye Vidrio.

Tipo Gabinete	Dimensiones		
	A	B	C
I	77 cm	77 cm	22 cm
II	77 cm	77 cm	24 cm
III	77 cm	99 cm	24 cm

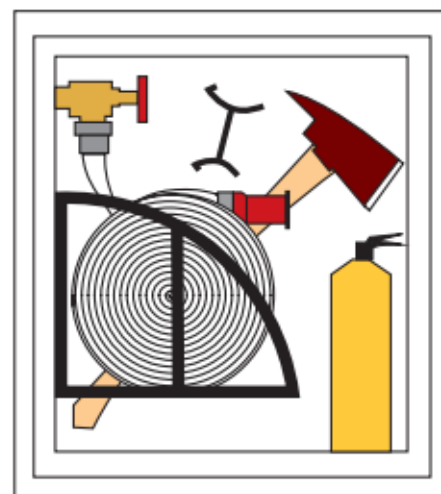


Gabinete I

Destinado para el uso de bomberos y personal capacitado en el manejo de chorros pesados.

Compuesto por:

- Caja gabinete de 77 X 77 X 22 de sobreponer o empujar.
- Válvula angular 1 1/2" Certificada.
- Manguera 1 1/2" X 30 MTS certificada.
- Soporte canastilla para manguera.
- Boquilla 1 1/2" Policarbonato chorro niebla certificada.
- Hacha de 4.5 LB.
- Llave spanner doble servicio zincada 1 1/2" x 2 1/2".
- Extintor ABC multipropósito 10Lbs.

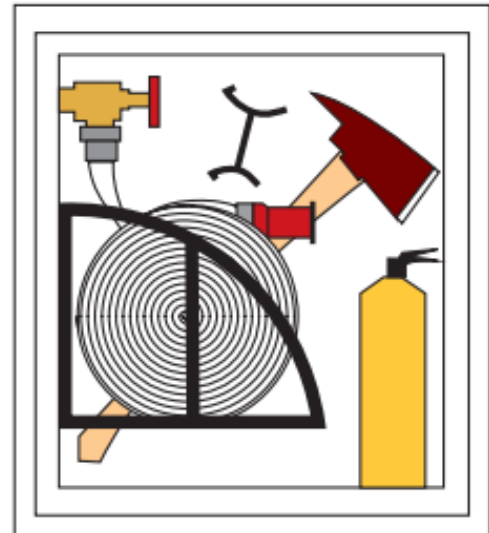


Gabinete II

Destinado para el uso de bomberos y personal capacitado en el manejo de chorros pesados.

Compuesto por:

- Caja gabinete de 77 X 77 X 24 de sobreponer o empotrar.
- Válvula angular 1 1/2" Certificada.
- Manguera 1 1/2" X 30 MTS certificada.
- Soporte canastilla para manguera.
- Boquilla 1 1/2" Policarbonato chorro niebla certificada.
- Hacha de 4.5 LB.
- Llave spanner doble servicio zincada 1 1/2" x 2 1/2".
- Extintor ABC multipropósito 10Lbs.

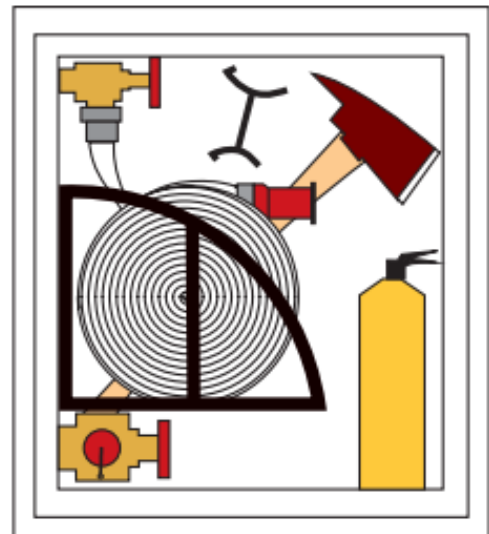


Gabinete III

Destinado para el uso de bomberos y personal capacitado en el manejo de chorros pesados.

Compuesto por:

- Caja gabinete de 77 X 99 X 24 de sobreponer o empotrar.
- Válvula angular 1 1/2" Certificada.
- Válvula angular 2 1/2" Certificada.
- Manguera 1 1/2" X 30 MTS certificada.
- Soporte canastilla para manguera.
- Boquilla 1 1/2" Policarbonato chorro niebla certificada.
- Hacha de 4.5 LB.
- Llave spanner doble servicio zincada 1 1/2" x 2 1/2".
- Extintor ABC multipropósito 10Lbs.



Anexo (4). Características técnicas de accesorios utilizados en el sistema contra incendios.

Tipo de accesorio	Cantidad	Material	Longitud equivalente (m)
Tee roscada 4"	9	ASTM A536	6.7
Codo roscado 4" a 90°	7	ASTM A536	2.8
Tee roscada 3 1/2"	2	ASTM A536	5.1
Codo roscado 3 1/2" a 90°	1	ASTM A536	2.6
Tee roscada 3"	15	ASTM A536	5.2
Codo roscado 3" a 90°	5	ASTM A536	2.1
Cruz roscada 3"	2	ASTM A536	4.5
Tee roscada 2 1/2"	30	ASTM A536	4.3
Codo roscado 2 1/2" a 90°	21	ASTM A536	1.7
Cruz roscada 2 1/2"	2	ASTM A536	3.6
Tee roscada 2"	14	ASTM A536	3.5
Codo roscado 2" a 90°	13	ASTM A536	1.4
Cruz roscada 2"	10	ASTM A536	3
Tee roscada 1 1/2"	23	ASTM A536	2.8
Codo roscado 1 1/2" a 90°	1	ASTM A536	1.1
Cruz roscada 1 1/2"	1	ASTM A536	2.2
Tee roscada 1 1/4"	4	ASTM A536	2.3
Tee roscada 1"	41	ASTM A536	1.7
Codo roscado 1" a 90°	132	ASTM A536	0.7
Reducción 4" → 3 1/2"	4	ASTM A536	1.7
Reducción 4" → 3"	4	ASTM A536	2
Reducción 4" → 2 1/2"	4	ASTM A536	2.5
Reducción 3 1/2" → 3"	1	ASTM A536	1.1
Reducción 3 1/2" → 2 1/2"	7	ASTM A536	1.4
Reducción 3 1/2" → 1"	2	ASTM A536	2.2
Reducción 3" → 2"	3	ASTM A536	2.2
Reducción 3" → 2 1/2"	5	ASTM A536	1.9
Reducción 3" → 1"	6	ASTM A536	3.2

Tipo de accesorio	Cantidad	Material	Longitud equivalente (m)
Reducción 2 1/2" → 2"	14	ASTM A536	1.1
Reducción 2 1/2" → 1 1/2"	4	ASTM A536	2
Reducción 2 1/2" → 1"	19	ASTM A536	2.5
Reducción 2" → 1 1/2"	14	ASTM A536	1.5
Reducción 2" → 1 1/4"	2	ASTM A536	1.3
Reducción 2" → 1"	36	ASTM A536	1
Reducción 1 1/2" → 1"	45	ASTM A536	1.2
Reducción 1 1/4" → 1"	45	ASTM A536	1
Válvula de compuerta 4"	4	ASTM A536	0.8
Válvula check 4"	4	ASTM A536	6.7
Filtro en Y 4"	4	ASTM A536	6
Válvula mariposa 4"	4	ASTM A536	3.6
Indicador de flujo 4"	4	ASTM A536	9.1
Válvula de drenaje 4"	4	ASTM A536	1.2

Anexo (5). Cálculos hidráulicos en Excel.

CÁLCULO DE PARAMETROS HIDRÁULICOS MECANICA																										
PUNTO O TRAMO	GPM	CAUDAL		DIAMETRO		MATERIAL	VELOCIDAD DE LA	COEFICIENTES			LONGITUD EQUIVALENTE					PERDIDAS			PRESION							
		l/s	m ³ /s	plg	m			FLAMANT	HAZENT	DE TRAMO	Codo 90	LE (m)	Codo 45	LE (m)	TEE	LE (m)	REDUCCION	LE (m)	VALVULA	LE (m)	TOTAL (m)	HF	m/m	m	M.C.A	PSI
ZONA 1 - ROCIADORES																										
T1	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	30.00	2	5.47	0	2.44	2	11.25	2	1.04	1	1.21	36.73	66.73	0.00	0.07	10.5465	
T2	43.44	2.74	0.0027406	3	0.0748	ACERO	0.624	0.00018	90	21.00	1	4.17	0	1.86	5	8.60	6	0.78	0	0.92	51.86	72.96	0.01	1.02	10.61	15.09
T3	65.20	4.11	0.0041095	2 1/2	0.0626	ACERO	1.336	0.00018	90	11.40	0	3.52	0	1.57	3	7.27	4	0.66	0	0.77	24.43	35.83	0.07	2.53	10.14	18.69
T4	89.41	5.64	0.0056408	2 1/2	0.0626	ACERO	1.832	0.00018	90	10.00	1	3.52	0	1.57	3	7.27	5	0.66	0	0.77	28.61	38.61	0.13	4.88	18.02	25.63
T5	117.76	7.43	0.0074295	2	0.0504	ACERO	3.721	0.00018	90	12.40	1	2.88	0	1.29	1	5.94	2	0.53	0	0.63	9.88	22.28	0.60	13.46	31.48	44.77
T6	155.23	9.79	0.0097936	2	0.0504	ACERO	4.905	0.00018	90	17.70	0	2.88	0	1.29	2	5.94	4	0.53	0	0.63	14.00	31.70	1.01	31.93	63.41	90.18
ZONA 2 - ROCIADORES																										
T7	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	50.00	2	5.47	0	2.44	4	11.25	4	1.04	1	1.21	61.31	111.31	0.00	0.11		
T8	43.49	2.74	0.0027437	3	0.0748	ACERO	0.624	0.00018	90	29.20	1	4.17	0	1.86	4	8.60	6	0.78	0	0.92	43.27	72.47	0.01	1.02	10.66	15.16
T9	65.29	4.12	0.0041092	2 1/2	0.0626	ACERO	1.337	0.00018	90	16.00	4	3.52	0	1.57	2	7.27	6	0.66	0	0.77	32.57	48.57	0.07	3.43	14.09	20.04
T10	90.36	5.70	0.0057007	2	0.0504	ACERO	2.855	0.00018	90	31.00	3	2.88	0	1.29	3	5.94	4	0.53	0	0.63	28.57	59.57	0.37	22.95	36.14	51.40
T11	130.51	8.23	0.0082337	2	0.0504	ACERO	4.124	0.00018	90	14.40	2	2.88	0	1.29	3	5.94	0	0.53	0	0.63	23.58	37.98	0.73	27.75	63.89	90.87
T12	183.89	11.60	0.0116017	2	0.0504	ACERO	5.811	0.00018	90	12.30	0	2.88	0	1.29	2	5.94	5	0.53	0	0.63	14.52	26.82	1.38	36.96	100.86	143.45
ZONA 3 - ROCIADORES																										
T13	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	20.00	2	5.47	0	2.44	1	11.25	1	1.04	0	1.21	23.22	43.22	0.00	0.04		
T14	43.42	2.74	0.0027394	2	0.0504	ACERO	1.372	0.00018	90	8.80	1	2.88	0	1.29	2	5.94	3	0.53	0	0.63	16.35	25.15	0.10	2.40	10.58	15.06
CAUDAL TOT	183.89	11.60																			111.31				33.90	82.80

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA

Presion dinamica	82.90 psi
Presion Total	96.90 psi
Caudal de bombeo	11.60 l/s
Tiempo de respuesta	30.00 min
Caudal del sistema	696.10 l/min
Volumen necesario para	20.88 m ³

CÁLCULO DE PARAMETROS HIDRÁULICOS ELECTRICA																										
PUNTO O TRAMO	GPM	CAUDAL		DIAMETRO		MATERIAL	VELOCIDAD DE LA	COEFICIENTES			LONGITUD EQUIVALENTE					PERDIDAS			PRESION							
		l/s	m ³ /s	plg	m			FLAMANT	HAZENT	DE TRAMO	Codo 90	LE (m)	Codo 45	LE (m)	TEE	LE (m)	REDUCCION	LE (m)	VALVULA	LE (m)	TOTAL (m)	HF	m/m	m	M.C.A	PSI
ZONA 1 - ROCIADORES																										
T1	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	35.00	2	5.47	0	2.44	3	11.25	3	1.04	1	1.21	48.02	84.02	0.00	0.08	10.5465	
T2	43.46	2.74	0.002742	2 1/2	0.0626	ACERO	0.890	0.00018	90	22.20	0	3.52	0	1.57	9	7.27	10	0.66	0	0.77	71.99	94.19	0.03	3.14	10.63	15.12
T3	65.24	4.12	0.0041057	2	0.0504	ACERO	2.061	0.00018	90	8.50	1	2.88	0	1.29	1	5.94	4	0.53	0	0.63	10.93	19.43	0.20	3.94	14.57	20.72
T4	90.72	5.72	0.0057238	2	0.0504	ACERO	2.867	0.00018	90	7.70	0	2.88	0	1.29	1	5.94	4	0.53	0	0.63	8.05	15.75	0.37	5.87	20.44	29.07
T5	120.92	7.63	0.0076287	2	0.0504	ACERO	3.821	0.00018	90	18.00	1	2.88	0	1.29	1	5.94	2	0.53	0	0.63	9.88	27.88	0.63	17.69	38.13	54.23
ZONA 2 - ROCIADORES																										
T7	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	25.00	2	5.47	2	2.44	2	11.25	2	1.04	1	1.21	36.73	61.73	0.00	0.06		
T8	43.44	2.74	0.0027406	2 1/2	0.0626	ACERO	0.890	0.00018	90	33.90	1	3.52	0	1.57	1	7.27	3	0.66	0	0.77	12.76	46.56	0.03	1.55	10.61	15.09
T9	65.19	4.11	0.0041029	2	0.0504	ACERO	2.060	0.00018	90	11.50	1	2.88	0	1.29	1	5.94	2	0.53	0	0.63	9.88	21.38	0.20	4.32	14.88	21.24
T10	91.00	5.74	0.005741	2	0.0504	ACERO	2.875	0.00018	90	23.00	1	2.88	0	1.29	4	5.94	6	0.53	0	0.63	29.81	52.81	0.37	19.81	34.74	49.41
ZONA 3 - ROCIADORES																										
T17	21.89	1.37	0.0013683	4	0.0992	ACERO	0.177	0.00018	90	39.00	3	5.47	2	2.44	2	11.25	3	1.04	1	1.21	43.23	82.23	0.00	0.08		
T18	43.46	2.74	0.0027419	3	0.0748	ACERO	0.624	0.00018	90	3.00	0	4.17	0	1.86	2	8.60	3	0.78	0	0.92	19.55	22.55	0.01	0.32	10.63	15.11
T19	65.23	4.12	0.0041055	2 1/2	0.0626	ACERO	1.336	0.00018	90	28.00	0	3.52	0	1.57	8	7.27	9	0.66	0	0.77	64.06	92.06	0.07	6.50	17.13	24.38
T10	92.87	5.86	0.0058591	2 1/2	0.0626	ACERO	1.902	0.00018	90	17.00	0	3.52	0	1.57	2	7.27	3	0.66	0	0.77	16.51	33.51	0.14	4.55	21.67	30.82
T11	123.96	7.82	0.0078206	2	0.0504	ACERO	3.917	0.00018	90	20.00	1	2.88	0	1.29	3	5.94	4	0.53	0	0.63	22.82	42.82	0.66	29.44	50.12	71.28
T11	171.24	10.80	0.0108034	2	0.0504	ACERO	5.411	0.00018	90	14.00	1	2.88	0	1.29	3	5.94	4	0.53	0	0.63	22.82	36.82	1.21	44.46	94.58	134.52
CAUDAL TOT	171.24	10.80																			94.19				28.18	59.54

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA

Presion dinamica	59.54 psi
Presion Total	73.54 psi
Caudal de bombeo	10.80 l/s
Tiempo de respuesta	30.00 min
Caudal del sistema	643.20 l/min
Volumen necesario para	19.45 m ³



Modelo FF200-150E - FF300-150E

Ficha Técnica

■ **IMPORTANTE:** La información de esta ficha técnica, puede variar sin previo aviso, de acuerdo a la evolución de las normas, avances tecnológicos, requisitos del mercado o autoridad competente. Es importante confirmar toda la información con un asesor de DINATEK y verificar que el equipo sea el correcto para la aplicación destinada.



www.dinatek.ec



V.21.C

• Los equipos HYDFIRE®, han sido configurados con los componentes más confiables y de alto rendimiento del mercado. Ofreciendo así una solución completa y compacta para todos los requerimientos del cuerpo de bomberos y cumpliendo con todas las normas de calidad y seguridad requeridas. Automatizados y entregados llave en mano, listos para pasar cualquier prueba que una emergencia en caso de incendio pueda demandar.

HYDFIRE®



- ✓ Diseño compacto con chasis de acero estructural.
- ✓ Motor Eléctrico Trifásico de alta eficiencia IE2
- ✓ Automatización completa para encendido de emergencia.
- ✓ Sensores de Presión incluidos.
- ✓ Incluye válvulas primarias y tubería de acople, listo para conexión a red.
- ✓ Bomba Secundaria "Jockey", de acero inoxidable
- ✓ Bomba Primaria de alta velocidad con sello mecánico y matrimonio semi-rígido.
- ✓ Compensación de índice de goteo >3.8L/min
- ✓ Acoples flexibles para compensación por cambios de temperatura.
- ✓ Bridas soldadas.
- ✓ Rango alto de presión frente a aumentos altos de caudal.
- ⚠ Alarma de activación.
- 🎮 Panel de control digital con operación local
- 🔧 Contrato de mantenimiento preventivo mensual disponible.

- Equipos contra incendio prepaquetizados con bomba principal, bomba jockey, tablero de control, válvulas y otros accesorios, diseñados y fabricados bajo varias normas internacionales para equipos contra incendio para garantizar un alto grado de seguridad con larga vida útil. Cada modelo cubre un amplio campo de aplicaciones en caudal y presión, de tal manera que pueden ser automatizados y ajustados de acuerdo a la red de SCI.

Serie HYDFIRE®		FF200 -150E	F300 -150E
Bomba principal			
Caudal MAX.	(GPM)	350	540
Presión MAX.	(PSI)	175	170
Modelo	(-)	FP205E	FP305E
SucciónxDescarga	(-)	2.5"x1.5"	2.5"x2"
Motor Eléctrico	(kW)	40	50
Bomba Jockey			
Caudal	(GPM)	2	3
Presión	(PSI)	176	171
Eléctrico	(HP)	3	3
Fases	(-)	Trifásico	Trifásico
Voltaje	(V)	220	220
Accesorios y controladores			
Controladores de presión, temperatura, tablero de encendido y apagado automático, válvulas y tuberías, matrimonio industrial y chasis de acero estructural.			



HYDFIRE® FP205E & FP305E

Bomba principal		FF200-150E	FF300-150E
Caudal Nominal	(GPM)	200	300
Presión Nominal	(PSI)	171	160
Velocidad Nominal	(RPM)	3500	3500
Diametro Succión	(-)	2.5"	2.5"
Diametro Descarga	(-)	1.5"	2"
Sello	(-)	Mecánico	Mecánico
Tipo	(-)	Succión Final	Succión Final
Flujo	(-)	Centrífuga	Centrífuga
Potencia al Eje Nominal	(HP)	23	24
Norma DIN	(-)	24255	24255
Impulsor	(-)	Cerrado	Cerrado

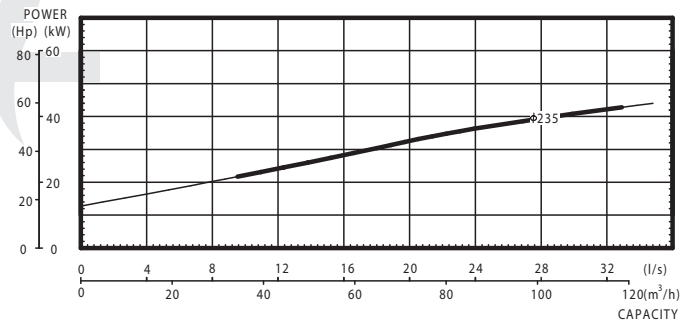
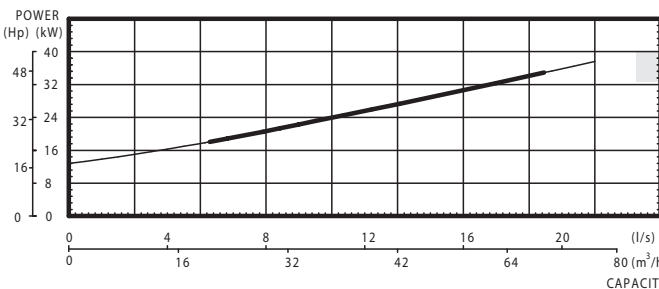
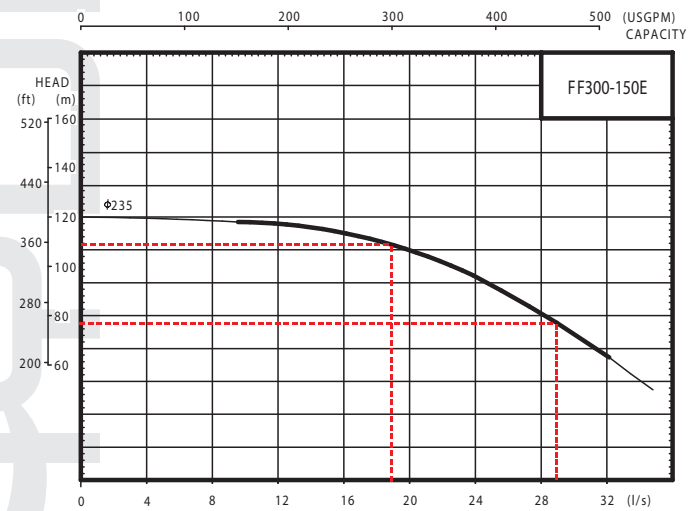
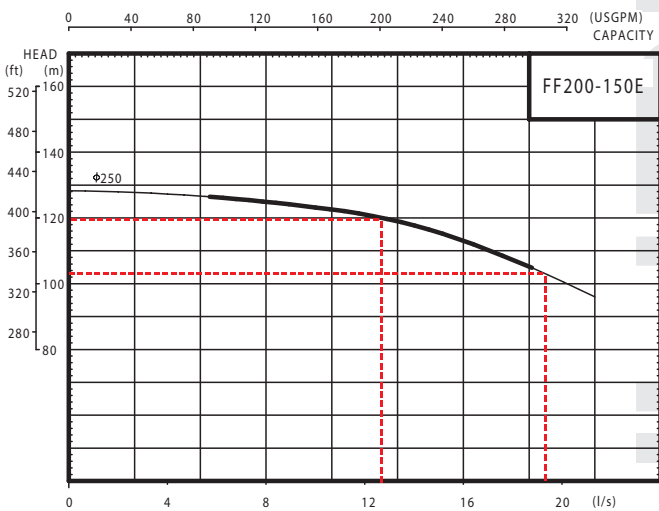
Diseño hidráulico basado en la norma alemana DIN 24255, acabados precisos computarizados, hacen que estas bombas logren altos grados de eficiencia y durabilidad. Las pruebas hidráulicas y de balanceo de los impulsores garantizan la estabilidad de la bomba, reduciendo así el sonido y la vibración.



Desempeño NFPA

Hydfire FF200-150E	Caudal		Presión	
	l/s	gpm	m	psi
Nominal	12.6	200	120	171
Q @ 150%	18.9	300	113	161

Hydfire FF300-150E	Caudal		Presión	
	l/s	gpm	m	psi
Nominal	18.9	300	112	160
Q @ 150%	28.4	450	78	111



- Impulsor cerrado con diseño Alemán en base a norma DIN
- Sistema de sello mecánico
- Auto-enfriado por agua
- Rulimanes lubricados por aceite de transmisión
- Pernos con cobertura anti-óxido
- Impulsor y eje mecanizados y balanceados por computadora para lograr alta eficiencia
- Temperaturas permitidas -10 °C hasta 85 °C

Motor Electrico		FF200-150E	FF300-150E
Motor Eléctrico	(-)	FPM40	FPM50
Fases	(-)	Trifásico	Trifásico
Velocidad Nominal	(RPM)	3560	3560
Corasa	(-)	Corasa Hierro Fundido	Corasa Hierro Fundido
Tipo	(-)	TEFC Sellado	TEFC Sellado
Voltaje	(V)	220V	220V
Potencia Nominal	(kw)	40	50
Amperaje	(A)		
Eficiencia	(%)	92	92
Impermeabilización	(-)	IP55	IP55
Factor seguridad	(-)	1.15	1.15
Peso	(kg)	280kg	300kg
Pin	(-)	6	6
Polos	(-)	2 (60HZ)	2 (60HZ)

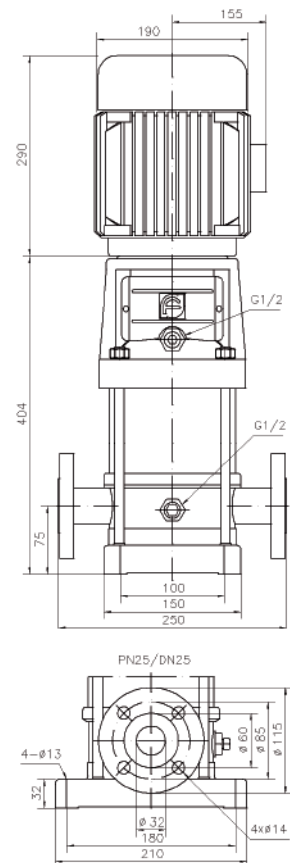
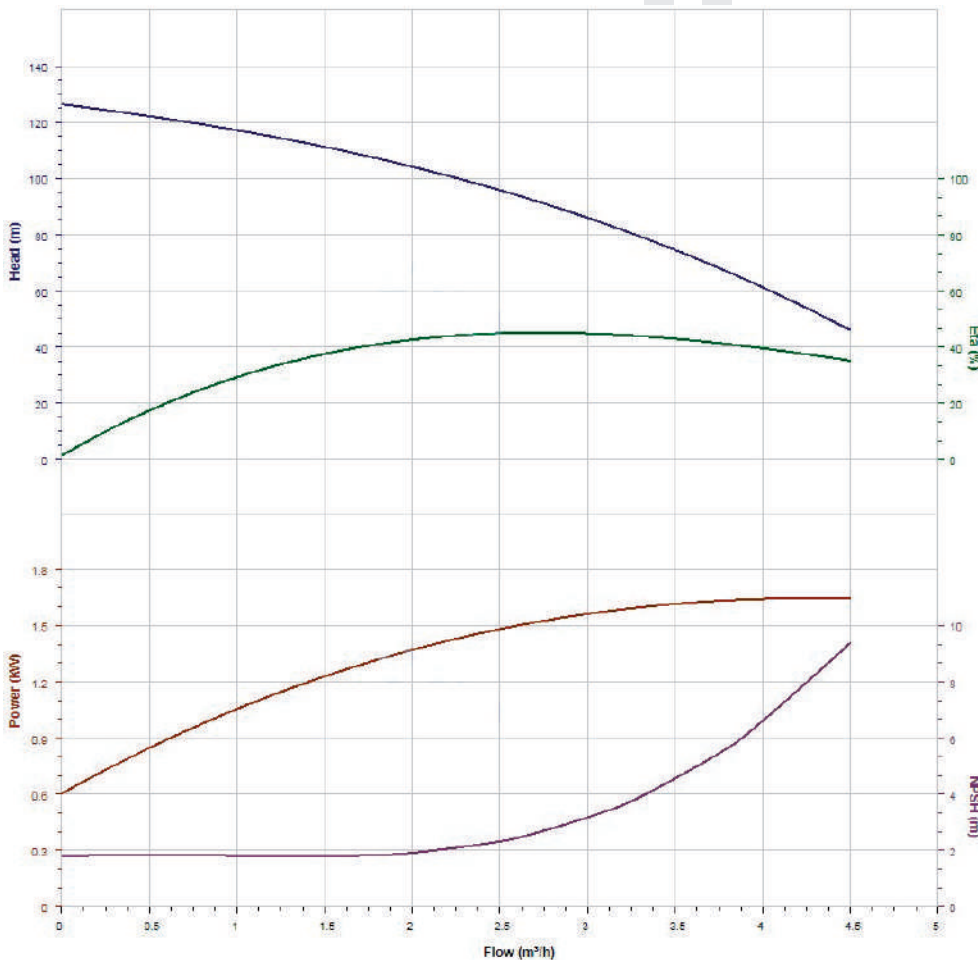


HYDROTEK® JFP2

Bomba Jockey FF200-150E/FF300-150E

Caudal Nominal	(GPM)	2 / 3
Presión Nominal	(PSI)	176 / 171
Velocidad Nominal	(RPM)	3500 (60HZ)
Motor	(-)	3HP, 220V, Monofásico, 8.2A
Eficiencia	(-)	IE2
Impermeabilidad	(-)	IP55
Impulsores	(-)	9, SS304, 90mm
Flujo	(-)	Centrífuga
Diametros Entrada/Salida	(-)	DN25
Tipo	(-)	Vertical, multietapa
Sello	(-)	Mecánico, WBF14

Acabados precisos computarizados, hacen que estas bombas logren altos grados de eficiencia y durabilidad. Las pruebas hidráulicas y de balanceo de los impulsores garantizan la estabilidad de la bomba, reduciendo así el sonido y la vibración.



Tablero de control ECI-E:

- Automatización, inicio y parada sistema completo.
- Actuación por contactores.
- Protector de motor integrado CHINT JD para sobrecargas, fallas de fase y protección de desequilibrio de corriente trifásica para trabajo continuo o discontinuo IEC 60947-4-1.
- Modalidad Manual y Automática para bomba Jockey.
- Modalidad Manual y Automática para bomba Principal.
- Breaker principal Delixi
- Luces indicadoras de operación.
- Alarma Parada sirena de operación.
- Impermeabilización IP65 en cerebro.
- Seguridad eléctrica BS EN 60950
- Rango operativo -30°C - 70°C BSEN60068-2-1
- Standard industrial electromagnético BS en 61000-6-1.
- Standard Humedad BS EN 60068-2-30
- Cajetín de acero con pintura anticorrosiva
- LLaves de seguridad para cajetín



• Los equipos HYDFIRE cumplen y están diseñados bajo las siguientes normas y recomendaciones de los estándares internacionales para SCI NFPA20 & UL:

UL 262 and ULC/ORD-C262
UL312 and ULC/ORD-C312



NFPA20 - 20-70 / A.6.2
NFPA20 - 20-82 / A .11.4.2
NFPA20 - 20-71 / A .6.5
NFPA20 - 20-63 / A.4.25.1.1

• Motor Eléctrico de alta eficiencia.
Sellado TEFC, IP55, Hierro fundido.



• Bobinas CHINT para arranque manual y automático.

• Sensores manómetros digitales y analógicos para medición exacta de presiones en la red.



• Incluye válvulas y accesorios primarios para operación inmediata.



• Sirena con alarma sonora, que activa cuando el ECI entra en estado de emergencia y enciende la bomba.



• Acople semirígido Motor - Bomba, permite un alto grado de alineación y seguridad, evitando así excesos de vibración y permitiendo la absorción de desalineamientos durante la operación.

• Cojines antishock, permiten la absorción de la vibración natural del motor y previene la transmisión de la misma a otras partes sensible del ECI.





FM-200®

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

Esta hoja de datos de seguridad se adhiere a los requerimientos regulatorios de México y podría no cumplir con los requerimientos legales de otros países.

SECCIÓN 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

- Nombre del producto : FM-200®
- Nombre comercial/sinónimo : 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropano
- Número MSDS : 130000036866
- Uso del producto : Agente extintor del fuego

- Informaciones sobre el fabricante o el proveedor : E. I. du Pont de Nemours and Company
1007 Market Street
Wilmington, DE 19898

- Información del Producto : (81) 11-56-15-62
- Emergencia médica : (SETIQ) 5559-1588 en el D.F. y área metropolitana. 01-800-002-1400 del interior de la República.
- Emergencia en transporte : : (SETIQ) 5559-1588 en el D.F. y área metropolitana. 01-800-002-1400 del interior de la República.

SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Revisión de la Emergencia

El mal uso o abuso de inhalación intencional y puede llevar a la muerte sin previo aviso.

Los vapores son más pesados que el aire y pueden producir asfixia al reducir el oxígeno en el aire respirado.

La rápida evaporación del líquido puede producir congelación.

Efectos potenciales para la Salud

- Piel : El contacto con líquido o gas refrigerado puede causar quemaduras frías y congelación.

- Ojos : El contacto con líquido o gas refrigerado puede causar quemaduras frías y congelación.



FM-200®

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

Inhalación : El uso incorrecto o abuso de inhalación intencional puede causar la muerte sin síntomas de aviso, debido a los efectos cardíacos. Otros síntomas potencialmente relacionados con el mal uso o el abuso por inhalación son los siguientes: Efectos anestésicos, Mareos ligeros, vértigo, confusión, incoordinación, somnolencia, o inconsciencia, latido irregular del corazón con una sensación extraña en el pecho, fuertes latidos de corazón, aprensión, sensación de desmayo, vértigo o debilidad. Los vapores son más pesados que el aire y pueden producir asfixia al reducir el oxígeno en el aire respirado.

Carcinogenicidad
Ninguno de los componentes presentes en este material en concentraciones iguales o mayores a 0.1% están listados por IARC, NTP, o OSHA como carcinogénicos.

SECCIÓN 3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Componente	No. CAS	Concentración
1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropano	431-89-0	100 %

SECCIÓN 4. PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la piel : En caso de contacto, limpie inmediatamente la piel con abundante agua por lo menos durante 15 minutos. Quítese inmediatamente la ropa contaminada. Consultar a un médico. Lave la ropa contaminada antes de volver a usarla. Trate la congelación si es necesario calentando ligeramente el área afectada.

Contacto con los ojos : En caso de un contacto, enjuagar inmediatamente los ojos con agua en abundancia por lo menos durante 15 minutos. Si es necesario consultar a un médico.

Inhalación : Retirar al accidentado de la zona expuesta, mantenerlo tumbado. Sacar al aire libre. Mantener al paciente en reposo y abrigado. Puede ser necesaria la respiración artificial y/o el oxígeno. Consultar a un médico.



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

- Ingestión : No se considera como una vía potencial de exposición.
- Recomendaciones generales : Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Cuando los síntomas persistan o en caso de duda, pedir el consejo de un médico.
- Notas para el médico : No dar adrenalina o drogas similares.

SECCIÓN 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

- Características inflamables
 - Punto de inflamación : no se inflama
- Riesgo de fuego o explosión : El producto no es inflamable. Productos de descomposición peligrosos : Aumento de presión.
- Productos de combustión peligrosos : fluoruro de hidrógeno (ácido fluorhídrico)...%, difluoruro de carbonilo
- Medios de extinción apropiados : Este material es un agente extintor.

SECCIÓN 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

NOTA: Revise las MEDIDAS CONTRA INCENDIOS y las secciones de MANEJO (DE PERSONAL) antes de proceder con la limpieza. Utilice EQUIPO PROTECTOR PERSONAL apropiado durante la limpieza.

- Protección del personal : Evacuar el personal a zonas seguras. Ventilar la zona. Consultar las medidas de protección en las listas de las secciones 7 y 8.
- Limpieza del Derrame : Se evapora. No hay requisitos especiales de limpieza o de eliminación para los derrames domésticos/industriales de este producto.
- Medidas en caso de Derrame Accidental : No debe liberarse en el medio ambiente.



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

SECCIÓN 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- Manejo (Personal) : No respirar los gases. Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Disponer de la suficiente renovación del aire y/o de extracción en los lugares de trabajo. Equipo de protección individual, ver sección 8. Lavarse las manos concienzudamente tras la manipulación. Lavar la ropa después de su uso. La descomposición se produce cuando el producto entra en contacto con flama abierta o con elementos eléctricos de calefacción. Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.
- Manejo (Aspectos Físicos) : No se requieren medidas de protección especiales contra el fuego.
- Almacenamiento : Las válvulas de protección y tapas deben permanecer en su lugar a menos que el contenedor esté asegurado por una salida de válvula con cañerías al punto de uso.
No arrastre, no resbale ni ruede los cilindros.
Nunca intente levantar el cilindro por su tapa.
Utilice una válvula de retención o atraparla (escape, sifón trampa interceptor) en la línea de descarga para prevenir flujo trasero peligroso hacia el cilindro. Los cilindros deben ser almacenados en posición vertical y firmemente asegurados para impedir que caigan o sean golpeados.
Separe los contenedores llenos de los recipientes vacíos.
Consérvese a una temperatura no superior a 52 °C.
No almacenar cerca de materiales combustibles.
Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.
Almacenar en el envase original.
Proteger contra la contaminación.
Evite áreas donde sal u otros materiales corrosivos esten presentes.
Ningún material a mencionar especialmente.
- Temperatura de almacenamiento : < 52 °C (< 126 °F)

SECCIÓN 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Controles de ingeniería : Utilizar solamente con una buena ventilación. Manténgase el recipiente bien cerrado.
- Protección personal



FM-200®

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

- Protección respiratoria : Para rescatar y para trabajo de mantenimiento en tanques, utilice equipo respiratorio autónomo. Los vapores son más pesados que el aire y pueden producir asfixia al reducir el oxígeno en el aire respirado.
- Protección de las manos : Material: Guantes resistentes al calor
- Protección de los ojos : Gafas protectoras con cubiertas laterales Adicionalmente utilice un protector para la cara, donde exista la posibilidad de contacto por salpicaduras, rociaduras o el contacto por suspensión en el aire con este material.
- Medidas de protección : El equipo autónomo de respiración (SCBA) es requerido si se produce una gran fuga.

Directriz de Exposición
Valores límite de la exposición

1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropano
AEL * (DUPONT) 1,000 ppm 8 & 12 hr. TWA

* AEL es el Límite Aceptable de Exposición de DuPont. Donde los límites de exposición ocupacional gubernamentalmente impuestos, que son en efecto más bajos que los de AEL, tales límites tendrán prioridad.

SECCIÓN 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

- Forma : Gas licuado
- Color : incoloro
- Olor : ligero, similar al éter
- pH : neutro
- Punto/intervalo de fusión : -131 °C (-204 °F)
- Punto /intervalo de ebullición : -17 - -15 °C (1 - 5 °F) a 1,013 hPa
- Presión de vapor : 4,547 hPa a 25 °C (77 °F)
- : 4,000 hPa a 20 °C (68 °F)
- Densidad : 1.4 - 1.5 g/cm³ a 25 °C (77 °F)
(como líquido)
- Densidad : 0.0076 g/cm³ a 0 °C (32 °F) a (1,013 hPa)
- Densidad : 0.0070 g/cm³ a 25 °C (77 °F) a (1,013 hPa)
- Densidad de vapor : 5.87



FM-200®

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

SECCIÓN 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- Estabilidad : Estable a temperaturas y condiciones de almacenamiento normales.
- Condiciones que deben evitarse : El producto no es inflamable en el aire, en condiciones ambientales adecuadas de temperatura y presión. Cuando se presuriza con aire u oxígeno, la mezcla puede volverse inflamable. Ciertas mezclas de HCFCs o HFCs con cloro pueden llegar a inflamarse o reaccionar bajo ciertas condiciones. Para evitar descomposición térmica, no recalentar.
- Incompatibilidad : Metales alcalinos Metales alcalinotérreos, Metales en polvo, Sales metálicas en polvo
- Productos de descomposición peligrosos : Productos de descomposición peligrosos , fluoruro de hidrógeno (acido fluorhidrico)...% , difluoruro de carbonilo, Monóxido de carbono, Dióxido de carbono

SECCIÓN 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

FM-200®

- Inhalación 4 h CL50 : > 788698 ppm , Rata
- Inhalación : Perro
Sensibilización cardiaca
- Cutáneo : No aplicable
- Oral : No aplicable
- Irritación de la piel : No irrita la piel, No se ha probado en animales
No se espera que cause irritación cutánea con base en una evaluación de expertos sobre las propiedades de la sustancia.
- Irritación ocular : No irrita los ojos, No se ha probado en animales
No se espera que cause irritación ocular con base en una evaluación de expertos sobre las propiedades de la sustancia.
- Sensibilización : No provoca sensibilización a la piel., No se ha probado en animales
No se espera que cause sensibilización con base en una evaluación de expertos sobre las propiedades de la sustancia.



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

No produce sensibilización en animales de laboratorio. No hay reportes de sensibilización respiratoria en humanos.

Toxicidad por dosis repetidas : Inhalación
Rata

No se encontraron efectos toxicológicamente significativos.

Otros datos : Umbral de sensibilización cardíaca : 730190 mg/m3

1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropano
Carcinogenicidad : No clasificable como agente carcinógeno para el humano.
Los ensayos con animales no mostraron ningún efecto carcinógeno.

Mutagenicidad : Los ensayos con animales no mostraron ningún efecto mutágeno.
Ensayos sobre cultivos en células bacterianas o en mamíferos no demostraron efectos mutagénicos.

Toxicidad para la reproducción : Ninguna toxicidad para la reproducción
La prueba en animales no demostró ninguna toxicidad reproductiva.

Teratogenicidad : Las pruebas con animales no demostraron ninguna toxicidad para el desarrollo

SECCIÓN 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad acuática
FM-200[®]

96 h CL50 : Danio rerio (pez zebra) > 200 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.

96 h CL50 : Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada) > 81.8 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.

72 h CE50 : Pseudokirchneriella subcapitata > 114 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

- 72 h CE50 : Pseudokirchneriella subcapitata > 118 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.
- 48 h CE50 : Daphnia magna (Pulga de mar grande) > 200 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.
- 48 h CE50 : Daphnia magna (Pulga de mar grande) > 97.9 mg/l
La información dada esta basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.

Destino ambiental
FM-200[®]

- Biodegradabilidad aeróbico : 1 % OECD TG 301
No es fácilmente biodegradable.
- Biodegradabilidad aeróbico : 5 % OECD TG 301
No es fácilmente biodegradable.

SECCIÓN 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

- Eliminación de desechos : Puede utilizarse después de reacondicionamiento.
- Peligros para el ambiente : Los recipientes a presión vacíos deberán ser devueltos al proveedor.

SECCIÓN 14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

- MXDG : Número ONU : 3296
- Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas : HEPTAFLUOROPROPANO
- Clase : 2.2
- IATA_C : No. Etiquetado : 2.2
- IATA_C : Número ONU : 3296



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

IMDG	Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	:	Heptafluoropropane
	Clase	:	2.2
	No. Etiquetado	:	2.2
	Número ONU	:	3296
	Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	:	HEPTAFLUOROPROPANE
	Clase	:	2.2
	No. Etiquetado	:	2.2

SECCIÓN 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

TSCA : En o de conformidad con el inventario

SECCIÓN 16. OTRA INFORMACIÓN

HMIS

Salud	:	1
Inflamabilidad	:	0
Reactividad/Peligro físico	:	0
EPP	:	Protección personal se considera que sea suministrada por el usuario dependiendo de las condiciones de uso.

Lea las instrucciones de seguridad DuPont antes de utilizarlo.
 Para obtener informaciones adicionales, ponerse en contacto con la oficina local DuPont o los distribuidores oficiales de DuPont.
 El logotipo oval de DuPont es una marca registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company.

Persona a contactar : Coordinador de la HDS, DuPont Chemicals and Fluoroproducts, Wilmington, DE 19898, (800) 441-7515



FM-200[®]

Versión 3.1

Fecha de revisión 08/19/2014

Ref. 130000036866

de su publicación. La información suministrada, está concebida solamente como una guía para la seguridad en el manejo, uso, procesado, almacenamiento, transporte, eliminación y descarga, y no debe ser considerada como una garantía o especificación de calidad. La información se refiere únicamente al material especificado, y no puede ser válida para dicho material, usado en combinación con otros materiales o en cualquier proceso, a menos que sea indicado en el texto.

Los cambios significativos de la versión anterior se denotan con una barra doble.