



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA  
GRANJA DE AVES CAMPOS, EN LA PARROQUIA DE  
PUERTO LIMÓN, SANTO DOMINGO.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO**

**AUTOR: EDWIN RAMIRO TORRES TEJADA**

**DIRECTOR: ING. JORGE TERÁN MSC.**

**Santo Domingo, septiembre 2020**

© Universidad UTE. 2020  
Reservados todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722282074
APELLIDO Y NOMBRES:	Torres Tejada Edwin Ramiro
DIRECCIÓN:	Urb. Torres Heredia casa 102
EMAIL:	etorrest88@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	0994854211
TELÉFONO MOVIL:	0994854211

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un sistema contra incendios para la Granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo.
AUTOR O AUTORES:	Torres Tejada Edwin Ramiro
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	29 de septiembre, 2020
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Jorge Terán MSc.
PROGRAMA	<b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico
RESUMEN	<p>En la actualidad, la necesidad de implementar un sistema contra incendios en una instalación prevé que se salvaguarden vidas humanas, activos y medio ambiente. El monitoreo y control integral de las edificaciones es un método efectivo para reducir las pérdidas personales y de propiedad por causa de un incendio, así también, a la par la aplicación de los estándares técnicos contra incendio. En este caso en particular, la granja Aves Campos tiene como motivación poner en práctica las directrices necesarias para precautelar riesgos asociados a un posible</p>

	<p>conato de incendio y potencialmente certificarse con estándares internacionales, la granja está constituida generalmente por 4 galpones, caseta de generador, caseta de bombona de gas y oficinas. Por lo tanto, fruto de todo este preámbulo se realizó el diseño de un sistema contra incendios, el mismo que cumple estrictamente los criterios y cálculos de ingeniería tomando como base los criterios de los códigos y estándares NFPA y la normativa nacional INEN y el método de cuantificación de riesgo de incendio es el Meseri. El sistema de monitoreo y alarma consta de un panel de control que recibe las señales de los sensores de humo, sensor de gas, estación manual, que activan una luz estroboscópica de cada galpón que pone en alerta al operador de turno. El sistema de respuesta al evento de incendio está formado por una red hidráulica impulsada por una bomba vertical de 20HP, trifásica, 70 psi y 300gpm marca Amrstrong, para abastecer a 2 gabinetes contraincendio de estación manual, esta red abarca la granja exceptuando la zona de oficinas. Finalmente, se generó los planos de detalle en plataforma CAD, listado de materiales con productos de comerciales y su respectiva valoración económica.</p>
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	Sistema contra incendios, Método Meseri, Diseño electromecánico, NFPA, INEN.

## ABSTRACT:

At present, the need to implement a fire system in a facility provides for the safeguarding of human, active and environmental lives. Integral monitoring and control of buildings is an effective method to reduce personal and property losses due to a fire, as well as the application of technical fire standards. In this particular case, the Aves Campos farm is motivated to implement the necessary guidelines to protect risks associated with a possible fire report and potentially be certified with international standards, the farm is generally made up of 4 sheds, generator house, booth of gas cylinder and offices. Therefore, as a result of this entire preamble, the design of a fire system was carried out, which strictly complies with the engineering criteria and calculations based on the criteria of the NFPA codes and standards and the national INEN regulations and the method of Fire risk quantification is the Meseri. The monitoring and alarm system consists of a control panel that receives the signals from the smoke sensors, gas sensor, manual station, which activate a strobe light from each house that alerts the operator on duty. The fire event response system consists of a hydraulic network powered by a 20HP vertical pump, three phase, 70 psi and 300gpm Amrstrong brand, to supply 2 manual station fire cabinets, this network covers the farm except the area of Offices.

	Finally, the detailed drawings on CAD platform, list of materials with commercial products and their respective economic valuation were generated.
<b>KEYWORDS</b>	Fire system, Meseri Method, Electromechanical Design, NFPA, INEN.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_

Torres Tejada Edwin Ramiro

C.I. 1722282074

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **TORRES TEJADA EDWIN RAMIRO**, CI 1722282074 autor/a del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema contra incendios para la granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo**. previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 29 de septiembre de 2020



f: \_\_\_\_\_

Torres Tejada Edwin Ramiro  
C.I.1722282074

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño de un sistema contra incendios para la granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo.** para aspirar al título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** fue desarrollado por **TORRES TEJADA EDWIN RAMIRO**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a la evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



---

Ing. Jorge Terán MSc.

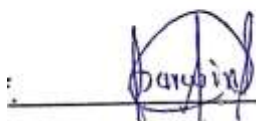
**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1002527503



## CARTA DE CONFORMIDAD

Yo, **CHICAIZA VEGA DARWIN DANIEL** con cedula de identidad N<sup>o</sup> 1722599147 en calidad de **Administrador de la granja de Aves Campos** manifiesto la total conformidad con los resultados del trabajo de titulación que tiene por título "Diseño de un sistema contra incendios para la granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo" realizado por el Sr. Edwin Ramiro Torres Tejada, en calidad de tesista proponente.



GRANJACAMPOS S.A.  
R.U.C 23300320260

Sr. Darwin Chicaiza

**Administrador de la Granja de Aves Campos**

C.I. 1722599147

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	3
1.1 ANTECEDENTES	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2.1 JUSTIFICACIÓN	10
1.2.2 IMPACTO	11
1.2.3 VIABILIDAD	11
1.3 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN Y CAMPO DE ACCIÓN	11
1.3.1 HIPÓTESIS	11
1.4 OBJETIVOS	12
1.4.1 GENERAL	12
1.4.2 ESPECÍFICOS	12
<b>2. METODOLOGÍA</b>	13
2.1. INTRODUCCIÓN	13
2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	14
2.2.1 LOCALIZACIÓN	14
2.2.2 MISIÓN	15
2.2.3 VISIÓN	15
2.3 NORMATIVAS A EMPLEAR	15
2.4 SELECCIÓN DE MÉTODO PARA EVALUAR EL RIESGO	16
2.5 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS	18
<b>3. RESULTADOS</b>	20
3.1 PLAN DE EMERGENCIA	20
3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	20
3.1.2 SITUACIÓN GENERAL FRENTE A LAS EMERGENCIAS	20
3.1.2.1 Antecedentes	20
3.1.2.2 Justificación	20
3.1.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS	21
3.1.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS	25
3.1.4.1 Análisis	25
3.1.4.2 Método Meseri	25
3.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	28
3.1.5.1 Selección del método de supresión	29
3.1.5.2 Selección del tipo de rociadores.	30
3.1.5.2.1 Cálculo de área de cobertura	31
3.1.5.2.2 Número de rociadores a instalarse	31
3.1.5.2.3 Número de rociadores en cada ramal	32

3.1.5.2.4 Densidad de carga requerida:	33
3.1.5.2.5 Dimensionamiento de la tubería	34
I. Tramo 1-2	34
A) Cálculo de pérdidas por fricción	35
II. Tramo 2-3	37
A) Cálculo de pérdidas por fricción	38
3.1.5.3 Selección del tipo de gabinete contra incendios.	39
3.1.5.4 Conexión siamesa para el departamento de bomberos	41
3.1.5.5 Altura dinámica total (TDH)	42
3.1.5.5.1 Altura estática	43
3.1.5.5.2 Altura dinámica	44
3.1.5.6 Cálculo de demanda de agua	44
3.1.5.7 Selección de la bomba del sistema contra incendios	45
3.1.5.7.1 Cálculo de la potencia de motor	45
3.1.5.7.2 Selección de la bomba principal	46
3.1.5.7.3 Selección de la bomba Jockey	47
3.1.5.8 Accesorios de tubería	48
3.1.5.9 Soportería	49
3.1.5.10 Identificación de sistema contra incendios	49
3.1.5.11 Sistema de alarma contra incendios	50
3.1.5.12 Mantenimiento del SCI	54
3.1.5.13 Simulación del sistema hidráulico	54
3.1.5.14 Listado de materiales y presupuesto	55
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
4.1 CONCLUSIONES	59
4.2 RECOMENDACIONES	60
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINA
<b>Tabla 1.</b> Normativas a aplicar	15
<b>Tabla 2.</b> Selección de método a aplicar para evaluar el riesgo de incendio.	17
<b>Tabla 3.</b> Descripción de la empresa	20
<b>Tabla 4.</b> Evaluación de riesgos	25
<b>Tabla 5.</b> Método Meseri, variante x	26
<b>Tabla 6.</b> Método Meseri, Variante y	28
<b>Tabla 7.</b> Longitud equivalente, tramo 1-2	35
<b>Tabla 8.</b> Longitud equivalente, tramo 2-3	38
<b>Tabla 9.</b> Longitud equivalente, tramo gabinete SCI	39
<b>Tabla 10.</b> Longitud equivalente, tramo toma siamesa	42
<b>Tabla 11.</b> Altura dinámica	44
<b>Tabla 12.</b> Capacidades de bombas, norma NFPA 20	46
<b>Tabla 13.</b> Clasificación de fluidos	49
<b>Tabla 14.</b> Sumatoria de corrientes de equipos	53
<b>Tabla 15.</b> Listado de materiales y presupuesto	56



<b>Figura 31.</b> Modelo de gabinete contra incendios clase II.	40
<b>Figura 32.</b> Red para gabinete SCI.	41
<b>Figura 33.</b> Toma siamesa, Norma NFPA 13	41
<b>Figura 34.</b> Representación de la altura dinámica total.	43
<b>Figura 35.</b> Altura estática en la granja Campos	43
<b>Figura 36.</b> Curva de bomba principal Armstrong	47
<b>Figura 37.</b> Curva bomba jockey Armstrong	48
<b>Figura 38.</b> Unión vitáulica	48
<b>Figura 39.</b> Diseño convencional de una alarma contra incendios	50
<b>Figura 40.</b> Instalación de resistencia de fin de línea	51
<b>Figura 41.</b> Esquema de panel de control	51
<b>Figura 42.</b> Esquema de conexión para cada galpón	51
<b>Figura 43.</b> Sensor de humo	52
<b>Figura 44.</b> Sensor de gas	52
<b>Figura 45.</b> Sensor de gas	52
<b>Figura 46.</b> Luz estroboscópica	53
<b>Figura 47.</b> Datos del cable FLP	53
<b>Figura 48.</b> Curva de la bomba	54
<b>Figura 49.</b> Simulación	55

# ÍNDICE DE ANEXOS

	PAGINA
<b>ANEXO 1.</b> FICHA TÉCNICA DE SPRINKLERS	64
<b>ANEXO 2.</b> FICHA TÉCNICA DE PANEL DE CONTROL PFC-500-4	64
<b>ANEXO 3.</b> FICHA TÉCNICA DE SENSOR DE HUMO D7050 BOSCH	66
<b>ANEXO 4.</b> FICHA TÉCNICA DE SENSOR DE GAS D382 BOSCH	67
<b>ANEXO 5.</b> FICHA TÉCNICA DE ESTACION MANUAL FMM-325A BOSCH	69
<b>ANEXO 6.</b> FICHA TÉCNICA DE SIRENA/ESTROBO FHS-340 MIRCOM	71
<b>ANEXO 7.</b> CARACTERISTICAS CONDUCTOR LANPRO	75
<b>ANEXO 8.</b> RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO NFPA 25-2011	77
<b>ANEXO 9.</b> SIMULACIONES	83

## RESUMEN

En la actualidad, la necesidad de implementar un sistema contra incendios en una instalación prevé que se salvaguarden vidas humanas, activos y medio ambiente. El monitoreo y control integral de las edificaciones es un método efectivo para reducir las pérdidas personales y de propiedad por causa de un incendio, así también, a la par la aplicación de los estándares técnicos contra incendio. En este caso en particular, la granja Aves Campos tiene como motivación poner en práctica las directrices necesarias para precautelar riesgos asociados a un posible conato de incendio y potencialmente certificarse con estándares internacionales, la granja está constituida generalmente por 4 galpones, caseta de generador, caseta de bombona de gas y oficinas. Por lo tanto, fruto de todo este preámbulo se realizó el diseño de un sistema contra incendios, el mismo que cumple estrictamente los criterios y cálculos de ingeniería tomando como base los criterios de los códigos y estándares NFPA y la normativa nacional INEN y el método de cuantificación de riesgo de incendio es el Meseri. El sistema de monitoreo y alarma consta de un panel de control que recibe las señales de los sensores de humo, sensor de gas, estación manual, que activan una luz estroboscópica de cada galpón que pone en alerta al operador de turno. El sistema de respuesta al evento de incendio está formado por una red hidráulica impulsada por una bomba vertical de 20HP, trifásica, 70 psi y 300gpm marca Amrstrong, para abastecer a 2 gabinetes contraincendio de estación manual, esta red abarca la granja exceptuando la zona de oficinas. Finalmente, se generó los planos de detalle en plataforma CAD, listado de materiales con productos de comerciales y su respectiva valoración económica.

**PALABRAS CLAVES:** Sistema contra incendios, Método Meseri, Diseño electromecánico, NFPA, INEN.



## ABSTRACT

At present, the need to implement a fire system in a facility provides for the safeguarding of human, active and environmental lives. Integral monitoring and control of buildings is an effective method to reduce personal and property losses due to a fire, as well as the application of technical fire standards. In this particular case, the Aves Campos farm is motivated to implement the necessary guidelines to protect risks associated with a possible fire report and potentially be certified with international standards, the farm is generally made up of 4 sheds, generator house, booth of gas cylinder and offices. Therefore, as a result of this entire preamble, the design of a fire system was carried out, which strictly complies with the engineering criteria and calculations based on the criteria of the NFPA codes and standards and the national INEN regulations and the method of Fire risk quantification is the Meseri. The monitoring and alarm system consists of a control panel that receives the signals from the smoke sensors, gas sensor, manual station, which activate a strobe light from each house that alerts the operator on duty. The fire event response system consists of a hydraulic network powered by a 20HP vertical pump, three phase, 70 psi and 300gpm Amrstrong brand, to supply 2 manual station fire cabinets, this network covers the farm except the area of Offices. Finally, the detailed drawings on CAD platform, list of materials with commercial products and their respective economic valuation were generated.

**KEYWORDS:** Fire system, Meseri Method, Electromechanical Design, NFPA, INEN.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), en su Agenda 2030 y los objetivos de Desarrollo sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe, uno de ellos, es el Objetivo 12: “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” (ONU, 2016). (Ver figura 1).



**Figura 1.** Objetivos del desarrollo sostenible (ONU, 2016)

El Objetivo 12 según la ONU transmite la importancia de fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética e infraestructuras sostenibles. En efecto, su aplicación permitirá lograr un desarrollo sostenible reduciendo los futuros costes económicos, ambientales y sociales e incrementar la competitividad económica asociados con la implementación de estándares técnico-productivos internacionales.

Chang, Verdezoto, & Estrada (2017), explica que la carne de pollo es una necesidad y que la población la consume con mayor frecuencia. El ciclo de vida del pollo es de rápida reproducción y crecimiento a comparación de la obtención de carne de res o cerdo lo que involucra evidentemente en el aumento o disminución de los precios. Esto produce que la inversión avícola tenga una gran acogida en el mercado. De forma general, la avicultura es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario nacional en la última década.

Según Roxell (2012), la avicultura industrial ha dado grandes pasos a nivel de automatización. Se ha implementado sistemas automáticos de alimentación, bebederos, ventilación y calefacción. En el caso de Roxell, sus productos

tienen alto grado de valor por su excelente durabilidad, rendimiento y resultados de producción, innovación y son distribuidores mundiales de este tipo de sistemas.

Según USAID (2010), en las granjas, el objetivo fundamental es conseguir la mayor ganancia de peso en menor tiempo. La tecnología de producción en este sentido juega un papel fundamental para incrementar su capacidad y competitividad. A nivel de eficiencia, con la tecnología, se ha logrado mejorar los indicadores, por ejemplo, la tasa de mortalidad pasó de 10% a menos del 5% en promedio. Para el productor, el manejo adecuado del pollo y de las condiciones de los galpones es de vital importancia: un pequeño descuido puede originarle serias pérdidas, por lo que el control y el monitoreo constante son indispensables.

Según Bellés (2012), señala que la granja del presente y del futuro deberá ser competitiva y sostenible, y debe estar acorde a las siguientes variantes:

- Máxima capacidad de control de los parámetros ambientales y sanitarios.
- Altos niveles de eficiencia productiva y energética.
- Dimensión adecuada, relacionada con el resto de la cadena productiva y optimizada basada en los avances tecnológicos.

Según Jimenez (2012), existen varios diseños de granjas avícolas. En función de la capacidad y confort térmico tenemos la Nave Tipo Túnel, la cual está aislada térmicamente mediante paneles tipo sándwich de poliuretano de 40, 50 y 60 mm, distribuidos en la cubierta, fachada y paredes laterales. Este tipo de naves disponen uno o dos almacenes en cada extremo para el cuadro de control eléctrico. La temperatura, humedad y salubridad en las naves avícolas son factores que permiten lograr un ambiente idóneo para la tranquilidad y sosiego de los animales.

Picón (2016), hace énfasis en la clasificación de sistemas que existen dentro de las naves tipo túnel (Ver figura 2):



Figura 2. Sistemas que componen un galpón tipo túnel

- **El sistema de ventilación:** tiene como función renovar el aire del interior cumpliendo los requisitos básicos: uniformidad en el reparto de aire, adecuada velocidad del aire y versatilidad para ajustarse a los cambios climatológicos (Ver figura 3). Este sistema puede ser de dos tipos: natural o mecánica por presión negativa.



Figura 3. Sistema de ventilación

- **El sistema de refrigeración:** crea un efecto "Cooling", regula la temperatura interior cuando la temperatura exterior se torna elevada/extrema mediante paneles de celdillas de tela acartonada, donde ingresa el aire y al estar mojados los paneles, el aire se enfría por el "efecto botijo", y pasa al interior de la nave con temperatura menor (Ver figura 4).



**Figura 4.** Sistema de refrigeración

- **El sistema de calefacción:** se emplean en sitios fríos o en el inicio de la vida de los pollitos, lo que repercute en altos costes de producción si la nave no está correctamente aislada y sellada al exterior. Este sistema proporciona la temperatura de confort deseada para el desarrollo de los pollos de engorde (Ver figura 5). El sistema de calefacción escogido para la alimentación de los calefactores es de gas propano comercial.



**Figura 5.** Sistema de calefacción

- **Sistema de iluminación:** es un aspecto determinante para el adecuado desarrollo de los pollos desde pocos días de edad hasta llegar a ser pollo adulto (Ver figura 6).



**Figura 6.** Sistema de iluminación

- **Sistema de alimentación:** los comederos cumplen el rol principal, la distribución del alimento en las últimas tendencias se realiza automáticamente mediante el empleo de tornillos sin fin con los comederos suspendidos del techo. El alimento proviene de un silo de almacenamiento hacia el sistema (Ver figura 7).



**Figura 7.** Sistema de alimentación  
(Roxell, 2012)

- **Sistema de bebederos:** por temas de eficiencia energética se recomienda un sistema de presión constante para instalaciones a gran escala para suministro del agua. Las últimas tendencias se enfocan en colocar líneas de bebederos mediante tetinas (Ver figura 8).



**Figura 8.** Sistema de bebederos  
(Roxell, 2012)

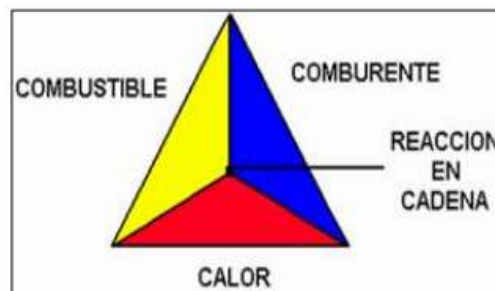
El ente rector de los sistemas descritos anteriormente es un sistema de control eléctrico inteligente centralizado, que se encarga de un control preciso y seguro. En la figura 9 se aprecia el bosquejo de una nave con los sistemas que componen una nave tipo túnel:



**Figura 9.** Galpón tipo túnel  
(Roxell, 2012)

Según Fallas (2012), la alimentación es básica para la salud y el desarrollo de la sociedad. Las empresas involucradas en el tema de alimentos deben cumplir con determinados requisitos legales y éticos para garantizar calidad, protección del ambiente, seguridad laboral y, de esta manera, influir de forma positiva en la sociedad en que está inmersa.

Toda instalación a cualquier escala en nuestro entorno genera riesgos a quienes habitan en su entorno. Es así, como la normativa NTP 599, explica que un incendio es una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica siendo los reactivos el oxidante y el reductor, donde el reductor el combustible y el oxidante, el comburente; las reacciones entre ambos se denominan combustiones. Por lo tanto, para que un incendio se inicie deben coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que constituyen el “triángulo de fuego” y para que este incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca en cadena, obteniéndose así un “tetraedro de fuego” (Ver figura 10).



**Figura 10.** Tetraedro de fuego  
(Abad, 2011)



Neira (2008), narra que la seguridad y protección de un sistema contra incendios (SCI) es multidisciplinar que abarca: la física y química del fuego, control del calor y evacuación de humos, selección y diseño de instalaciones mecánicas y eléctricas, el comportamiento humano frente a emergencias, gerencia de riesgos y factores que intervienen en un SCI.

Casals (2008), describe que la protección contra incendios es el conjunto de medidas que se disponen en cualquier instalación para protegerlos contra la acción del fuego y que debemos optar por las siguientes dos medidas:

- **Pasivas:** hacen referencia a la facilitación de la evacuación de los usuarios presentes en caso de incendio, mediante caminos de suficiente amplitud y que paralelamente retarde la acción del fuego y mitigar su propagación o que se extinga totalmente.
- **Activas:** se refiere a instalaciones explícitas en extinción de incendios.

Según Farmers (2019), argumenta sobre el riesgo de incendio en granja de aves: “Si ocurre un incendio, el costo suele ser alto, con una pérdida total de aves y daños severos a los edificios (Ver figura 11). La causa principal es, con mayor frecuencia, una falla en el sistema de cableado eléctrico o en el equipo eléctrico conectado a él.” (Ver figura 12)



**Figura 11.** Daño de comedero por fuego  
(Farmers, 2019)



**Figura 12.** Incendio en galpón  
(Farmers, 2019)

La Granja de Aves “Campos”, localizada en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo, tiene un enfoque innovador, en cuanto a la mejora de la gestión empresarial a través del perfeccionamiento de la calidad del producto y con ello, pretende adquirir ventajas competitivas dentro del mercado nacional. Dentro del plan estratégico de mejora continua se tiene proyectado la implementación de un sistema contra incendios en sus instalaciones, con el afán de innovar y aplicar a las certificaciones tales como: ISO 9001:2000 (Sistemas de gestión de la calidad) e ISO 14001:2015.

De esta manera se define como problema de investigación el siguiente: ¿Cómo diseñar un sistema contra incendios para la Granja de Aves “Campos” que cumpla con las normativas nacionales e internacionales para este tipo de instalación?

En tal virtud, se propone realizar el diseño de un sistema contra incendios basándose estrictamente a la normativa NFPA: 10, 13, 14, 20, 24, 25, 70E, NTE INEN: 3131, 439, 440, 878, NEC Capítulo 15, Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios, conjuntamente con la aplicación del método MESERI, cálculos y software de ingeniería. Además, se determinará la magnitud de inversión necesaria para su construcción y funcionamiento.

## **1.1 ANTECEDENTES**

En los últimos años se han incrementado la frecuencia de incendios, los cuales causan daños irreparables. Los incendios tienden a ser un peligro latente en plantas industriales, bodegas de almacenamiento, plataformas petroleras y entre otras instalaciones. Para ello existen estándares a nivel mundial como es la NFPA que establece lineamientos para diseñar e instalar sistemas contra incendios eficientes (Ferro, 2013).

Las instalaciones de la granja tienen 5 años en el medio. Consta de 4 galpones, área de compost, oficinas, torre de tratamiento de agua, cuarto de generador y bombona de GLP. Hasta el momento no ha existido algún incidente de un posible incendio, pero se requiere la prevención del caso.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 JUSTIFICACIÓN**

Según la National Fire Protection Association (2013), expresa que la red contra incendios es esencial por tres razones:

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

El presente proyecto se fundamenta en realizar el diseño de un sistema contra incendios para la granja Campos con la aplicación de normativas nacionales e internacionales.

### **1.2.2 IMPACTO**

Este estudio está focalizado en incrementar la confiabilidad y seguridad de la granja Campos lo cual va de la mano con el respeto al medio ambiente y eficiencia energética.

### **1.2.3 VIABILIDAD**

Este estudio es viable, debido a que la normativa internacional NFPA declara como importante que en toda infraestructura/proyecto/edificación se cuente con un plan para mitigar un posible conato de incendio. Además, de salvaguardar cualquier pérdida humana o económica es conveniente para cualquier actividad productiva.

## **1.3 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN Y CAMPO DE ACCIÓN**

Como objeto de investigación, este estudio permitirá determinar el diseño adecuado para el sistema contra incendios de la granja Campos ligado al criterio estricto de normativas nacionales e internacionales. En cuanto al campo de acción se delimita por la confiabilidad y seguridad del funcionamiento de la granja asociado a la eficiencia energética.

### **1.3.1 HIPÓTESIS**

El diseño del sistema contra incendios aplicando normativas nacionales e internacionales para la Granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo, sentará las directrices adecuadas para la construcción del sistema en mención.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL**

Realizar el diseño de un sistema contra incendios para la Granja de Aves Campos, en la parroquia de Puerto Limón, Santo Domingo.

### **1.4.2 ESPECÍFICOS**

- Efectuar el levantamiento de la infraestructura de la granja e identificar los criterios para el diseño del sistema contra incendios, así como también, los estándares que permitirán fundamentar el diseño.
- Realizar la evaluación del riesgo de incendio en la granja mediante el método Meseri.
- Desarrollar el plan de emergencias acorde al formato del Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo.
- Diseñar el SCI con la aplicación de normativas nacionales e internacionales, así como, la estimación de los costos asociados a la instalación.
- Validar los resultados del diseño realizado mediante la aplicación del software de ingeniería Pipe Flow Expert V5.12.

## **2. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Se pretende realizar el diseño de un sistema contra incendios (SCI) para las instalaciones de la granja avícola “Campos” con la aplicación de normativas nacionales e internacionales. Se generará planos de detalle mediante herramientas CAD y se validará el diseño del sistema con la aplicación del software Pipe Flow Expert V5.12. Finalmente, se obtendrá el listado de materiales para implementar el sistema y realizar la estimación del costo de la inversión.

Este estudio es de campo, y se resume básicamente en las fases expuestas en la figura 13.

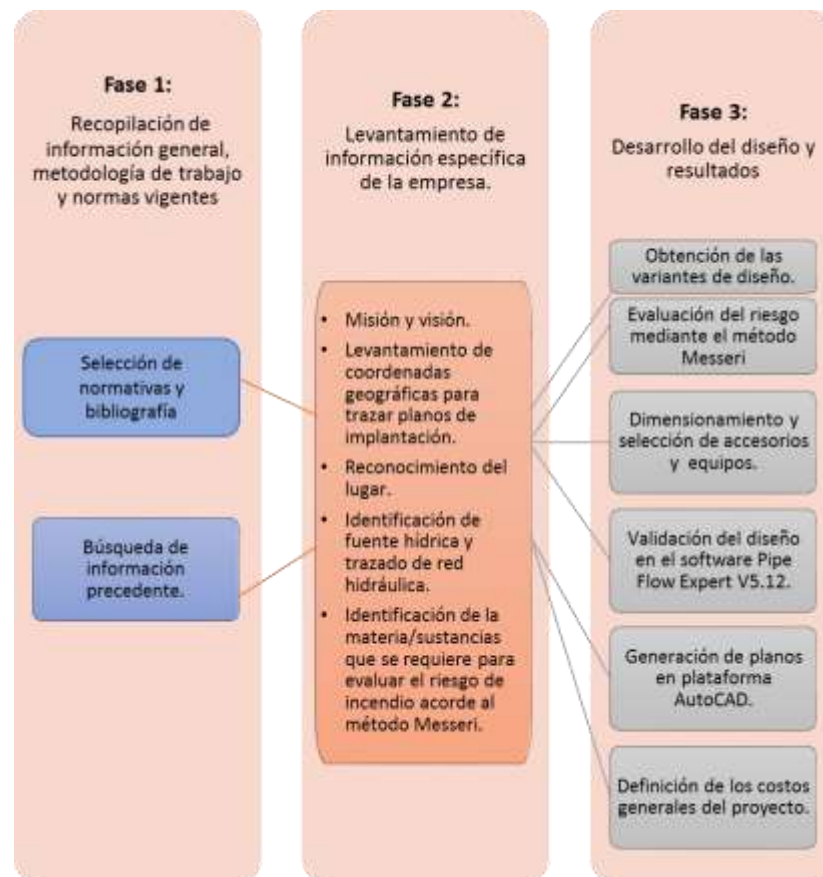
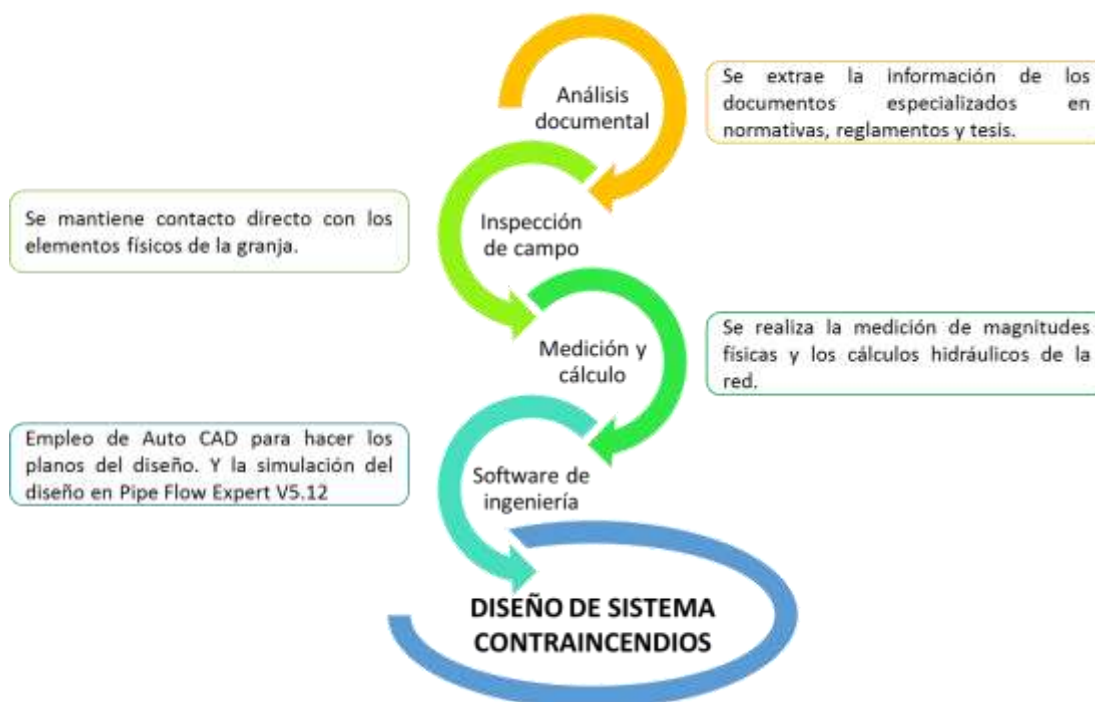


Figura 13. Metodología para diseño de SCI

Las fases 1 y 2 están vinculadas directamente al logro del objetivo específico 1 del presente estudio. La fase 3 se relaciona con los objetivos específicos 2 y 3.

Las técnicas y herramientas empleadas se describen en la figura 14.



**Figura 14.** Técnicas y herramientas para diseño de SCI.

En cuanto a los entregables del proyecto tenemos:

- **Entregable verificado:** hace referencia a los borradores impresos efectuados en el transcurso del diseño y sometidos al proceso de control por parte de la dirección del presente estudio. Involucra: Diseño, listado de materiales y planos.
- **Entregable final:** es la impresión del presente estudio con el diseño final del sistema contraincendios para la granja Aves Campos. Abarca: Diseño, listado de materiales, planos y simulación

## 2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

### 2.2.1 LOCALIZACIÓN

La granja Campos se encuentra ubicada en el kilómetro 6.3 de la Vía Quevedo y 4 ½ de la Vía a Puerto Limón, cantón Santo Domingo, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Coordenadas UTM 17: 1366553,71; 9964727,38 (Ver figura 15).



**Figura 15.** Ubicación geográfica de la granja Aves Campos (Google Maps, 2019)

### 2.2.2 MISIÓN

Somos una Empresa Avícola, cuya actividad es la crianza de pollos de engorde para su posterior distribución y comercialización. Brindamos nuestro mayor esfuerzo para lograr el mejor producto, en un ambiente de trabajo seguro y agradable, contribuyendo al desarrollo de quienes conforman la empresa y la sociedad conjuntamente.

### 2.2.3 VISIÓN

Ser competitivos en términos de eficiencia, calidad y excelencia en cada actividad para promover comportamientos socialmente responsables.

## 2.3 NORMATIVAS A EMPLEAR

En la tabla 1, se muestra las normativas a emplear para el diseño del SCI.

**Tabla 1.** Normativas a aplicar.

Normativa	Entidad	Descripción
<b>Nacionales</b>		
<b>NEC Capítulo 15</b>	Norma Ecuatoriana de Construcción	Instalaciones Electromecánicas
<b>Norma INEN 439</b>	Servicio Ecuatoriano de Normalización	Colores, señales y símbolos de seguridad.
<b>Norma INEN 440</b>	Servicio Ecuatoriano de Normalización	Colores de identificación de tuberías
<b>Norma INEN 878</b>	Servicio Ecuatoriano de Normalización	Rótulos, placas rectangulares y cuadradas

Continúa...



## Continuación...

Internacionales		
<b>NFPA 20</b>	National Fire Protection Association.	Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios (2016)
<b>NFPA 13</b>	National Fire Protection Association.	Instalación de sistemas de rociadores y estándares de fabricación
<b>NFPA 14</b>	National Fire Protection Association.	Instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras
<b>NFPA 70E</b>	National Fire Protection Association	Seguridad eléctrica en lugares de trabajo
<b>NFPA 10</b>	National Fire Protection Association	Extintores portátiles contra incendios
<b>NFPA 24</b>	National Fire Protection Association	Norma para la instalación de red privada de servicios contra incendios y sus accesorios.
<b>NFPA 25</b>	National Fire Protection Association	Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios
<b>Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios</b>	Organización Marítima Internacional	Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios

## 2.4 SELECCIÓN DE MÉTODO PARA EVALUAR EL RIESGO

Acorde Astete (2015), se describe los métodos a continuación:

- **Meseri**

De origen español. Su campo de aplicación es en industrias y edificaciones que presenten riesgo medio. Su objetivo consiste en evaluar el riesgo de incendio de forma rápida y simple. Se calcula en base a la raíz de la sumatoria de factores agravantes y reductores.

- **Frame**

De origen belga. Basado en el método Gretener y Eric, y las normas alemanas DIN 18230 y las austriacas TRBV100. Se aplica para toda clase de edificaciones e industria de mayor a menor riesgo. Su objetivo es determinar cuál protección es más equilibrada en cuanto al riesgo de incendio, a través del estado inicial de riesgo y la estimación de los daños previsibles y sus alternativas de prevención y protección. Se calcula numéricamente con tres ecuaciones: cálculo de patrimonio, personas y actividades.

- **Gretenner**

De origen suizo. Su campo de aplicación es para toda clase de edificaciones e industria. Evalúa el riesgo de incendio mediante un solo valor, considerando la propiedad y las personas de forma indirecta. Se calcula comparando el resultado del riesgo de incendio aceptado con el riesgo de incendio efectivo. Acorde a Astete (2015), nos expone una guía para seleccionar un método de evaluación de riesgo de incendio, del cual se basó la matriz de la tabla 2 para seleccionar el método afín para evaluar el riesgo de incendio.

**Tabla 2.** Selección de método a aplicar para evaluar el riesgo de incendio

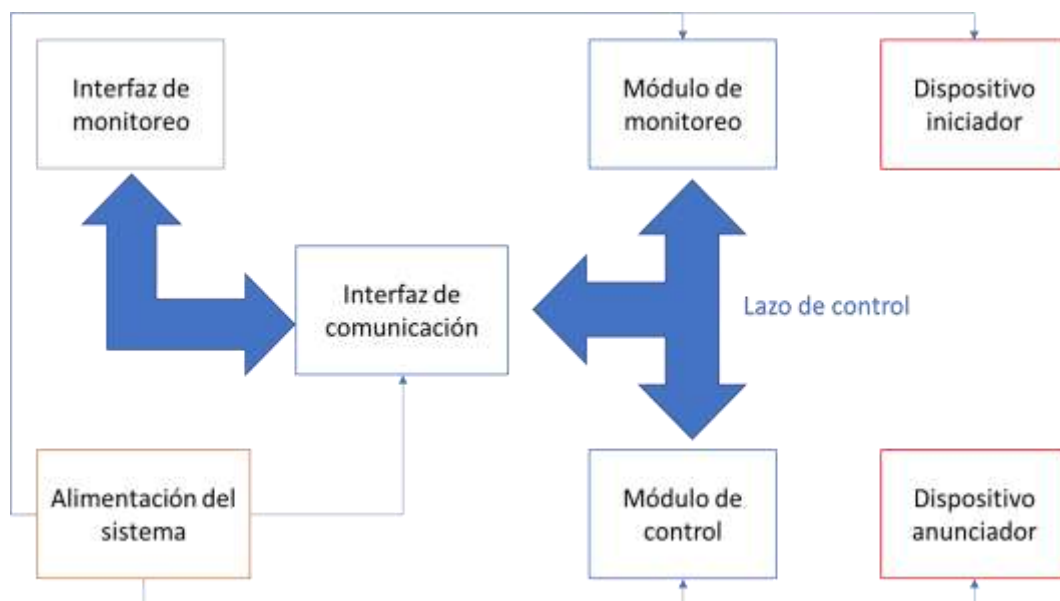
Criterios para la selección del método	Meseri	Frame	Gretenner
Especificaciones técnicas de la instalación	X	X	X
Manejo de conceptos utilizados en la detección y extinción de incendios	X	-----	-----
Cantidad de factores de análisis en la evaluación de riesgo de incendio	X	-----	-----
Valorización global (única) para el riesgo de incendio	X	X	X
Consideración de factor de análisis "valor económico" de la instalación	X	X	X
Consideración de factor de análisis "reservas de aguas"	-----	-----	-----
Consideración de factor de análisis "accesibilidad a la instalación"	X	-----	-----
Consideración de factor de análisis "número de ocupantes"	X	-----	X
Consideración de factor de análisis "movilidad de personas"	X	-----	X
Aceptación por parte del cuerpo de bomberos SD	X	-----	-----
Aciertos	8	3	5

(Astete, 2015)

Por lo tanto, el método a emplear es el Meseri, ya que entre los tres métodos citados con anterioridad conducen a un resultado consistente. La elección está en función de la cantidad y calidad de la información disponible y complejidad, más no con su fiabilidad (Cuerpo de Bomberos Santo Domingo, 2019). Además, que existe aceptación por parte del cuerpo de bomberos de Santo Domingo

## 2.5 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS

LA figura 16 muestra el diagrama de bloques del sistema de detección y alarma contra incendios.



**Figura 16.** Diagrama de bloques del sistema de detección y alarma contra incendios (Raza, 2009)

- **Módulo de control:** Recibe el estado en el que se encuentra el área a la que pertenece con su respectivo dispositivo anunciador definiendo si el estado es alarma o normal. Estos dispositivos funcionan con 12 o 24 VDC y tienen un contacto normalmente abierto que conecta al módulo en paralelo.
- **Módulo de monitoreo:** Determina el estado del dispositivo conectado a sus terminales para posteriormente enviar la información a la central de incendios. Los dispositivos comerciales que se conectan a este módulo son: estaciones manuales, detectores de humo y de incendios. Los dispositivos que se conectan a este módulo funcionan con un contacto normalmente abierto, y se conectan en paralelo con una resistencia.

- **Dispositivo iniciador:** Se asocia al módulo de monitoreo para la detección de señales referentes a la presencia de fuego, en este caso comprenden: la estación manual, sensor de humo y sensor de gas.
- **Dispositivo anunciador:** Se asocia al módulo de control para la difusión de alarma, para el presente caso, constituyen: sirena y luz estroboscópica.

### **3. RESULTADOS**

## 3. RESULTADOS

### 3.1 PLAN DE EMERGENCIA

#### 3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En la tabla 3, se puede visualizar la información general referente a la Granja Campos.

**Tabla 3.** Descripción de la empresa

Descripción de la empresa	
Razón social	"Granja Avícola Campos"
RUC	2390082326001
Clave catastral	2301500100252
Dirección Ubicación Provincia: Cantón: Parroquia: Sector:	Santo Domingo de los Tsáchilas Santo Domingo Puerto Limón Kilómetro 6.3 de la Vía Quevedo y 4 ½ de la Vía a Puerto Limón. Margen derecho
Nombre del representante:	Sra. Lucila Tobar
Teléfono:	0994756221
Actividad empresarial:	Cría de aves de corral
Medida de la superficie total (m <sup>2</sup> ):	90770.2321
Cantidad de personas que laboran y permanecen en las instalaciones:	10 personas 9 hombres 1 mujer 0 embarazadas 0 discapacitados
Aforo:	20 personas
Fecha de elaboración	Julio 2019

#### 3.1.2 SITUACIÓN GENERAL FRENTE A LAS EMERGENCIAS

##### 3.1.2.1 Antecedentes

Las instalaciones de la granja tienen 5 años en el medio. Consta de 4 galpones, área de compost, oficinas, torre de tratamiento de agua, cuarto de generador y bombona de GLP.

Hasta el momento no ha existido algún incidente de un posible incendio, pero se requiere la prevención del caso.

##### 3.1.2.2 Justificación

Acorde a la categorización del Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador SIICE y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Santo

Domingo de los Tsáchilas se encuentra en la zona III con alto peligro de sismo. Por lo tanto, la probabilidad de un sismo provocaría consecuentemente que ocurra un incendio.

No obstante, en las instalaciones la presencia de materia inflamable también puede dar lugar a un posible incendio.

### 3.1.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS

#### 3.1.3.1 Descripción del establecimiento.

Se dedica a la cría y engorde de aves de corral distribuidos en 4 galpones con 3000 pollos respectivamente.

#### 3.1.3.2 Tipo de construcción

Comprende una construcción de hormigón armado como base, las paredes están conformadas por bloques, el techo es de zinc, el techo interno es de lona.

Sus instalaciones constan de los sistemas que se aprecian en la figura 17.

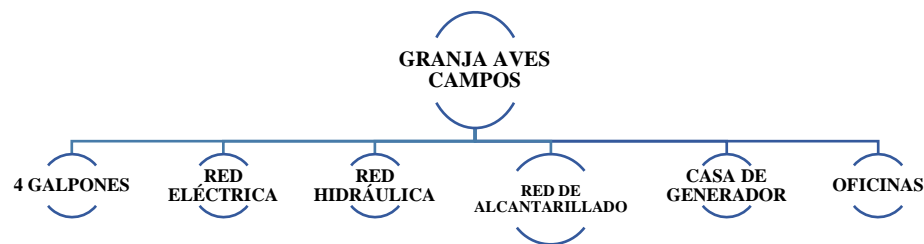


Figura 17. Instalaciones de la granja Aves Campos

- 4 galpones: las dimensiones de cada galpón son de 150\*17.3 metros. Cada galpón contiene un área destinada para bodega y control eléctrico (Ver figuras 18 y 19).

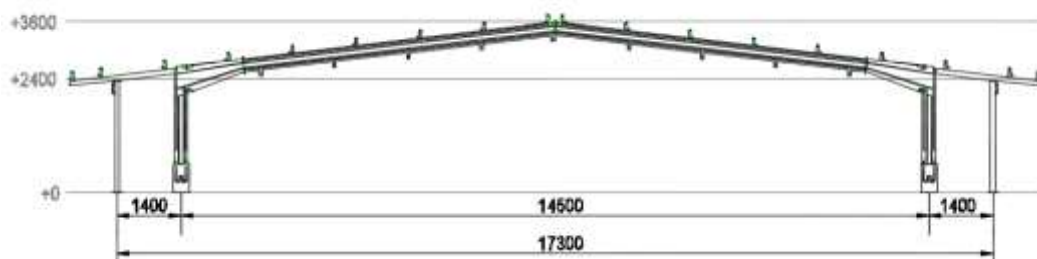
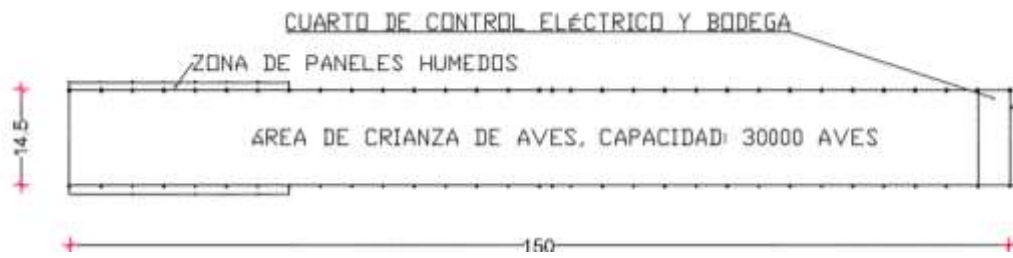


Figura 18. Vista frontal de un galpón



**Figura 19.** Vista superior de un galpón

La superficie de la granja a evaluar, estará dividida por zonas las cuales son escogidas estratégicamente de los planos de la misma, de acuerdo a su ubicación y peligrosidad, considerándolas acorde al tipo de su construcción.

- a) Grupo diésel con:  $42 \text{ m}^2$
- b) Área de casa de control y bodega de galpón con:  $87 \text{ m}^2$
- c) Área de crianza de aves:  $2088 \text{ m}^2$  (Ver figuras 20, 21 y 22)
- d) Caseta de bombona de gas:  $20.00 \text{ m}^2$  (Ver figura 23)
- e) Oficina:  $63 \text{ m}^2$



**Figura 20.** Interior de galpón, sistema de comederos



**Figura 21.** Interior de galpón, tablero de agua





**Figura 22.** Interior de galpón, criadora



**Figura 23.** Bombona de gas

Cada galpón contiene los siguientes sistemas:

- Sistema de alimentación: compuesto por 612 comederos de PVC (Policloruro de vinilo), sistema de poleas, sistema de conducción de alimento por medio de tornillo sin fin.
- Sistema de hidratación: contiene 2364 niples/bebederos de material PVC y un sistema de distribución que contiene sustancias químicas para tratamiento del agua.
- Sistema de calefacción: compuesto por 14 criadoras de acero inoxidable distribuidas homogéneamente en el interior del galpón. Funcionan a GLP (Gas Licuado de Pétroleo), que es suministrado por una bombona que almacena el gas.

- Sistema de refrigeración: consiste en 14 metros de panel de cartón que en momentos de incremento de temperatura se bombea agua, humedece el cartón permitiendo que el aire de ingreso baje de temperatura.
- Sistema de ventilación: consta de 12 extractores que expulsa el aire contaminado del interior del galpón.
- Además, se cuenta con oficinas, planta de tratamiento de agua, cuarto de generador y compostera.

De forma general, en el interior de los galpones existen equipos eléctricos, equipo pecuario de PVC y criadoras con GLP, que de no existir mantenimiento puede ocasionar alguna chispa y originar un incendio.

### **3.1.3.3 Materia prima usada**

Se destaca el tamo de arroz para el suelo, GLP, cortinas de plástico o lona.

### **3.1.3.4 Desechos generados**

Lo constituyen: papel, cartón, fundas plásticas en gran volumen.

### **3.1.3.5 Materiales peligrosos**

No existen materiales con toxicidad o reactividad que tenga que tener consideraciones especiales para el análisis.

### **3.1.3.6 Factores externos que generan posibles amenazas**

- En los alrededores de la granja no existen construcciones que representen amenaza. La granja tiene fácil acceso de vehículos en caso de una emergencia.
- Dentro de los factores naturales, el terreno de la granja es plano y no es propenso a inundaciones ni deslaves. Únicamente, el problema radica en que la ciudad de Santo domingo está ubicado en una zona altamente sísmica (Ver figura 24).



**Figura 24.** Nivel de zona sísmica  
(Instituto Geofísico de la EPN, 2019)

### 3.1.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS

#### 3.1.4.1 Análisis

Según normativa NFPA 10 (2018), la clasificación para cualquier tipo de construcción es acorde a la información expuestas en la tabla 4.

**Tabla 4.** Evaluación de riesgos

Clasificación de riesgos de incendios según NFPA 10
a) Riesgo leve (bajo): Cuando la cantidad de material clase A o B presentes generan un incendio de poca magnitud. Ejemplos: Clase A: oficinas, iglesias, salones de conferencia, centrales telefónicas. Clase B: máquinas de copiadoras, departamentos de arte.
b) Riesgo ordinario (moderado): cuando la cantidad de material Clase A o B presentes en una proporción mayor que la anterior. Ejemplos: establecimientos comerciales, parqueaderos, industria manufacturera y almacenados como no clasificados como de riesgos extraordinarios.
c) Riesgo extraordinario (alto): Cuando la cantidad de material clase A o B presentes hagan prever que los posibles incendios serán de gran magnitud. Ejemplos: Procesamiento de pintura, baños de inmersión, reparación de vehículos y aviones.

Acorde a la normativa NFPA 10 para nuestro caso aplica a riesgo ordinario.

#### 3.1.4.2 Método Meseri

Para evaluar el riesgo de incendio mediante la metodología Meseri que se ajusta con 2 factores:

- Factores propios de las instalaciones: construcción, situación, procesos, concentración, propagabilidad, destructibilidad (Ver tabla 5).
- Factores de protección: extintores, bocas de incendio equipadas (BIES), bocas de hidrantes exteriores, detectores automáticos de incendios, rociadores automáticos, instalaciones fijas especiales (Ver tabla 6).

**Tabla 5. Método Meseri, variante x**

1. Altura del edificio/estructura Nº de pisos	Detalle Altura	Coficiente	Puntos otorgados
1 o 2	Menor que 6m	3	
3, 4 o 5	Entre 6 y 15m	2	3
6, 7, 8 o 9	Entre 15 y 27m	1	
10 o más	Más de 27m	0	
2. Superficie mayor sector de incendios			
De 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	
De 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4	
De 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3	3
De 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2	
De 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1	
Más de 4500 m <sup>2</sup>		0	
3. Resistencia al fuego			
Resistencia al fuego (Estructura de hormigón, paredes)		10	
No combustible (estructura metálica, archivadores)		5	10
Combustible		0	
4. Falsos techos			
Sin falsos techos		5	
Con falso techo incombustible		3	3
Con falso techo combustible		2	
5. Distancia de los bomberos			
Menor de 5km	5 min	10	
Entre 5 y 10km	5 y 10 min	8	
Entre 10 y 15km	10 y 15min	6	2
Entre 15 y 25km	15 y 25min	2	
Más de 25km	25 min	0	
6. Accesibilidad del edificio			
Ancho de vía de acceso	Nº de fachadas accesibles		
Mayor de 4m	3	Buena 5	
Entre 4 y 2m	2	Media 3	5
Menor de 2m	1	Mala 1	
No existe	0	Muy mala 0	
7. Peligro de activación			
Bajo		10	
Medio		5	5
Alto		0	
Contínúa			
8. Carga de fuego (térmica)			
Baja	Q<100	10	
Media	100<Q<2000	5	5
Alta	Q<2000	0	

**Continúa...**

## Continuación...

9.		
Baja	5	3
Media	3	
Alta	0	
10. Orden, limpieza y mantenimiento		
Bajo	0	
Medio	5	10
Alto	10	
11. Almacenamiento en altura		
Menor de 2m	3	
Entre 2 y 4m	2	3
Más de 4m	0	
12. Factor de concentración		
Menor de 800m <sup>2</sup>	3	
Entre 800m <sup>2</sup> y 2000 m <sup>2</sup>	2	3
Más de 2000m <sup>2</sup>	0	
13. Propagabilidad vertical (transmisión de fuego entre pisos)		
Baja	5	
Media	3	3
Alta	0	
14. Propagabilidad horizontal (transmisión de fuego entre pisos)		
Baja	5	
Media	3	5
Alta	0	
15. Destruibilidad por calor		
Baja (las existencias no se destruyen en el fuego)	10	
Media (las existencias se degradan por el fuego)	5	5
Alta (las existencias se destruyen por el fuego)	0	
Por humo		
Baja	10	
Media	5	10
Alta	0	
Por corrosión		
Baja	10	
Media	5	5
Alta	0	
Por agua		
Baja	10	
Media	5	5
Alta	0	
	Subtotal x=	88

**Tabla 6.** Método Meseri, Variante y.

Concepto	Factores de protección		Puntos
	SV (sin vigilancia de mantenimiento)	CV (con vigilancia de mantenimiento)	
Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	2
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Detección automática (DTE)	0	4	0
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
Subtotal y=			9

El coeficiente de protección frente al incendio (P), se calculará aplicando la ecuación 1:

$$P = \frac{5x}{129} + \frac{5y}{26} + 1(BCI) \quad [1]$$

Siendo:

x= suma de todos los coeficientes correspondiente a los factores propios de las instalaciones.

y= suma de todos los coeficientes correspondiente a los factores de protección.

BCI= en caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI), se le sumará un punto al resultado obtenido.

Entonces:

$$P = \frac{5(88)}{129} + \frac{5(9)}{26} + 1(1)$$

$$P = 5.94$$

El riesgo es considerado aceptable ya que el factor P obtenido es mayor o igual que 5. Tal como lo estipula el cuerpo de bomberos de la localidad, lo cual es un indicador que establece necesario adoptar y mantener las medidas de prevención que ameriten.

### 3.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

La granja, cuenta con áreas definidas como peligro y son:

- Casa de generador.
- Cuarto de control y bodega.
- Área de crianza de aves.
- Cuarto de bombona de gas.
- Oficinas.

Una vista de implantación de la granja se muestra en la figura 25:

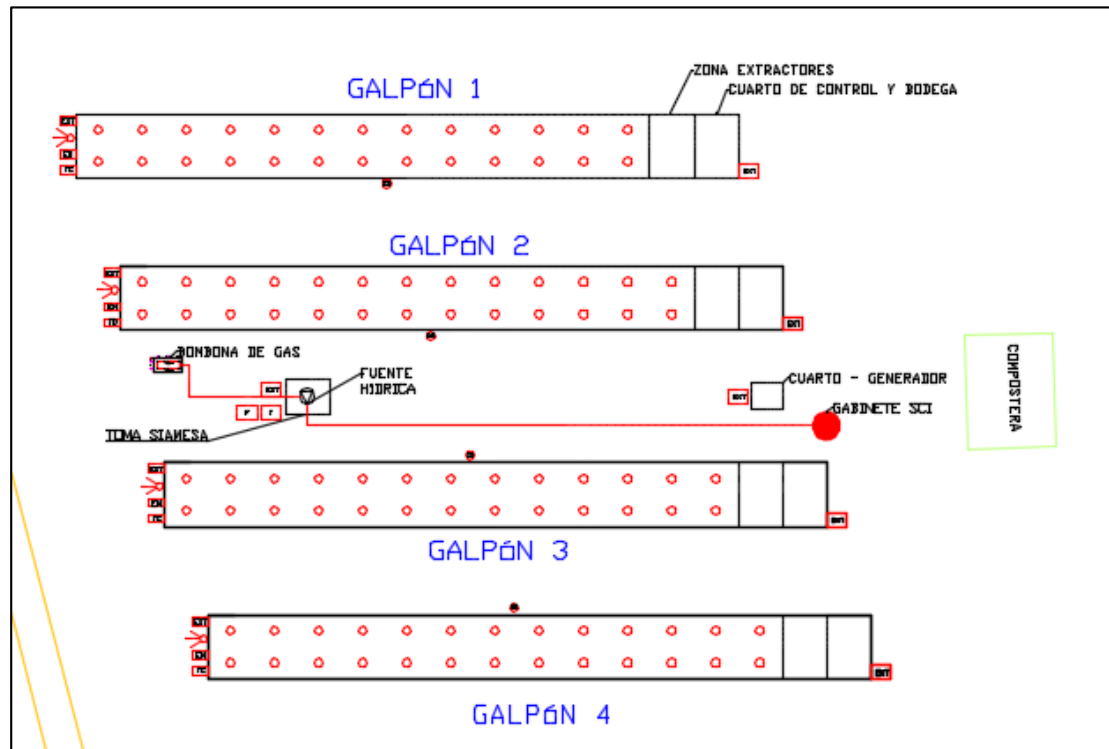


Figura 25. Vista implantación de la granja.

### 3.1.5.1 Selección del método de supresión

- Para la bombona de gas, acorde a la evaluación de la normativa NFPA 13 (2007), sección 21.4.1. “Para líquidos y gases inflamables”, el sistema de rociadores automáticos (sprinklers) deberá implementarse tanto con un sistema de tubería seca y un sistema de preacción, con lo cual se permitirá la detección de incendios y su extinción efectiva. Para ello, sugiere emplear elementos detectores de temperatura fija, tales como: rociador automático o sprinkler.
- Para el grupo diésel y galpones se colocará estratégicamente 1 gabinete contra incendios.
- Una toma siamesa en el sector de bombeo, donde se encuentra la fuente de agua y torre de tratamiento.

No se realizará un SCI dentro de los galpones, ya que por sugerencia de Roxell, el ambiente interno es controlado y su temperatura va oscilar de

acuerdo a la temperatura de confort para el ave. Por lo que podría accionarse el sistema en altas temperaturas cuando el pollo está en un período de anidamiento artificial por medio de las criadoras. Lo cual no es un factor viable para la producción.

### **3.1.5.2 Selección del tipo de rociadores.**

La norma NFPA 13 (2007) sección 1.4.4 establece los siguientes componentes para un sistema de rociadores automáticos:

- En función de la norma NFPA 13, se determina que la actividad corresponde a la clasificación RIESGO ORDINARIO GRUPO 1.
- Líneas de ramales (Branch lines): hace referencia a las tuberías donde van instalados los rociadores directamente o a través de neplos.
- Líneas de distribución (Cross mains): hace referencia a las tuberías que alimentan cada ramal.
- Línea de distribución principal (Feed mains): hace referencia a la tubería que abastece a las de distribución.
- Neplos ascendentes (Risers): son pedazos de tubería donde se acopla el rociador. Estos dependen del tipo de rosca del sprinkler.
- Línea ascendente del sistema: es la tubería para suministro dispuesta en forma vertical u horizontal en referencia al suelo; localizada entre la línea de suministro de agua y la de distribución y contiene una válvula de control.
- Las características de temperatura del rociador van acorde a los rangos de detención que estipula la norma NFPA 13 tabla 3-2.5.1. Por lo tanto, para nuestro riesgo ordinario, el nivel va de 135°F a 170°F.
- Acorde la Norma NFPA 13, sección 5-6.4.1.1, la distancia entre el rociador y el techo debe ser de mínimo 1 pulgada y máximo de 12 pulgadas. La distancia mínima entre rociadores, centro a centro, es de 6 pies (1.8 metros). Con referencia a la pared deben estar a 4 pulgadas. El área de cobertura del sprinkler no debe exceder 12 pies (3.7 metros).
- Escogeremos el sistema de tubería mojada. Es decir que la red de sprinklers estará conectado a un sistema hídrico que estará lleno de agua en todo momento. Ya que la instalación no operará a temperaturas bajas.
- Las tuberías de la red hídrica para abastecer a los sprinklers se localizarán sobre el suelo. La norma NFPA 13, apartado 3-3.3, señala que esta tubería debe ser de mínimo cédula 30 para tamaños de 8 pulgadas o más o cédula 40 para tamaños menores de 8 pulgadas para presiones hasta de 300 psi.
- Para nuestro caso, se preverá colocar válvulas: de drenaje, indicadora de flujo y de control.



### 3.1.5.2.1 Cálculo de área de cobertura:

Acorde a la norma NFPA 16 (2015), sección 4-3.7.2, el área de cobertura se determina mediante la siguiente ecuación:

$$A_s = S * L \quad [2]$$

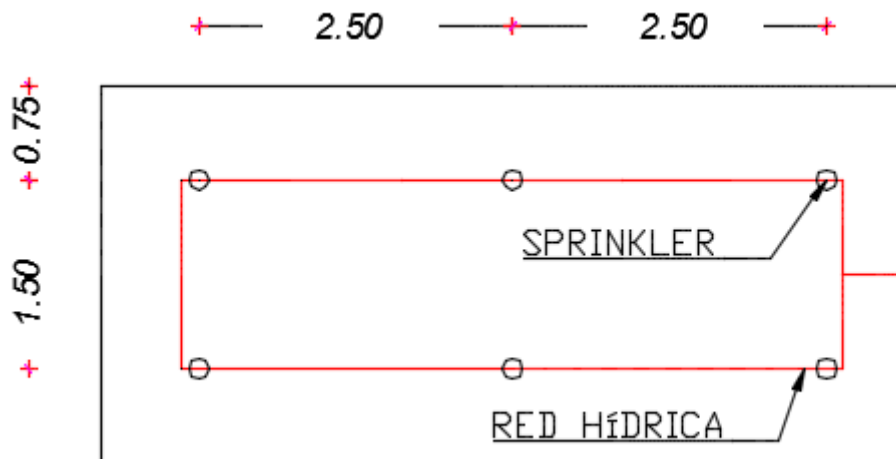
Siendo:

$A_s$  = Área de cobertura

S= Separación horizontal máxima entre rociadores.

L= Separación perpendicular a los ramales adyacentes, multiplicado 2 veces.

El esquema del cuarto de bombona se describe en la figura 26.



**Figura 26.** Red de sprinklers.

Reemplazamos:

$$A_s = 2.5 * (0.75 * 2)$$
$$A_s = 3.75 m^2 = 40.36 ft^2$$

Según la normativa NFPA 13 (2007), el área de cobertura máxima para un riesgo ordinario es de 130ft<sup>2</sup>. Por lo tanto, estamos en un área aceptable.

### 3.1.5.2.2 Número de rociadores a instalarse

Se determina mediante la ecuación 3:

$$N_r = \frac{A_d}{A_r} \quad [3]$$

Siendo:

$N_r$  = Número de rociadores.

$A_d$  = Área de diseño (ft<sup>2</sup>).

$A_r$  = Área de cobertura de rociadores (ft<sup>2</sup>).

Reemplazamos:

$$N_r = \frac{215}{40.36} = 5.32 \approx 6 \text{ rociadores}$$

### 3.1.5.2.3 Número de rociadores en cada ramal

Se debe determinar el número de rociadores corresponde a cada ramal, de los 6 obtenidos anteriormente. Para ellos tenemos ecuación 4.

$$N_{rr} = \frac{1.2 * \sqrt{A}}{S} \quad [4]$$

Siendo:

$N_{rr}$  = Número de rociadores por ramal.

S= Separación horizontal máxima entre rociadores (ft).

A= Área de diseño (ft<sup>2</sup>).

Reemplazamos:

$$N_{rr} = \frac{1.2 * \sqrt{215}}{8.2} = 2.14 \approx 3 \text{ rociadores por ramal.}$$

Por lo tanto, se instalará 3 rociadores (Ver figura 27) por cada ramal.

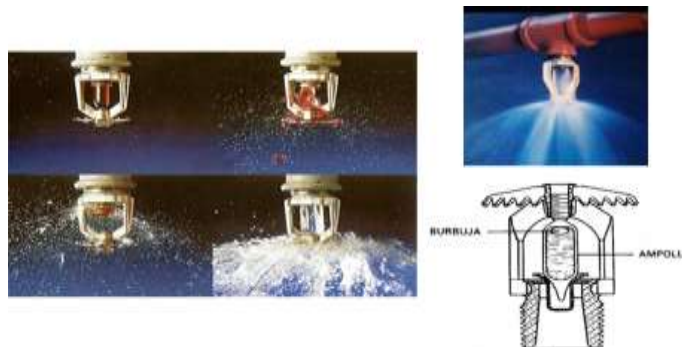
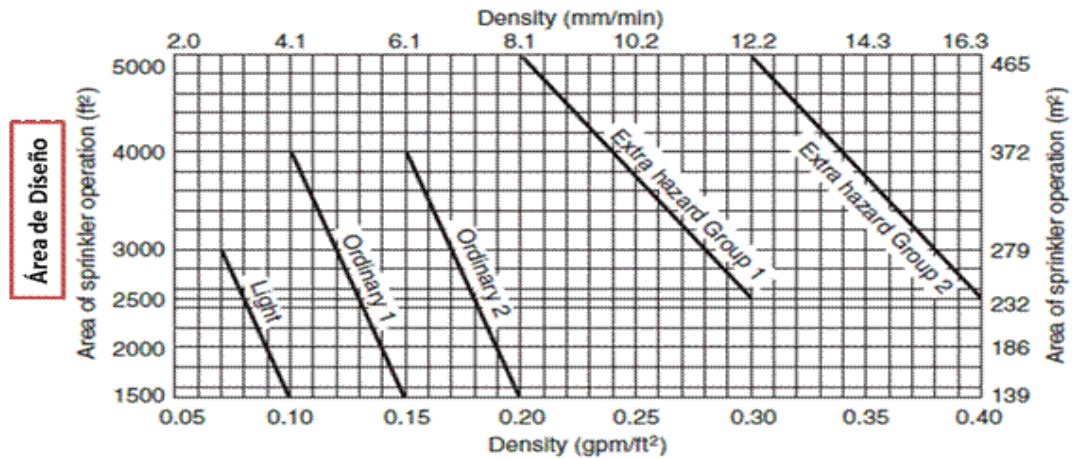


Figura 27. Rociador.

### 3.1.5.2.4 Densidad de carga requerida:

La densidad de carga requerida (Ver figura 28) acorde a la norma NFPA 13 (2007) para un área de 215ft<sup>2</sup> y riesgo ordinario 2, corresponde a 0.20gpm/ft<sup>2</sup>.



**Figura 28.** Gráfica de densidad requerida.

El caudal inicial requerido será determinado por la ecuación 5.

$$Q = \rho * A_s \quad [5]$$

Siendo:

$Q$  = Caudal requerido (gpm).

$\rho$  = Densidad mínima requerida (gpm/ft<sup>2</sup>).

$A_s$  = Área de cobertura (ft<sup>2</sup>).

Reemplazando:

$$Q = 0.20 * 40.36 = 8 \text{ gpm (Flujo mínimo)}$$

La presión requerida para mantener un flujo mínimo en el rociador, se calcula con la ecuación 6, acorde a la norma NFPA 15 (2017), sección 5-5.1.5:

$$Q = k * \sqrt{P} \quad [6]$$

Donde:

$Q$ = flujo de descarga del rociador (gpm)

$K$ = factor constante del rociador

$P$ = presión total para mantener el flujo  $Q$  (psi)

Según la norma NFPA 15 (2017) sección 5-5.1.2. para densidades menores que 0.15gpm/ft<sup>2</sup> se usará un factor k de 2.8. En la tabla 8-7 de la norma NFPA 15 (2017), en función de la densidad y el factor se sugiere un rociador de 3/8 de pulgada de diámetro.

Despejamos la ecuación anterior para determinar la presión y obtenemos:

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{8}{2.8}\right)^2 = 8.16 \text{ psi}$$

La norma NFPA 13 (2007) prescribe una presión mínima de 7psi. Por lo tanto, el caudal y presión requeridos para el sprinkler más remoto es de 8 gpm y 8.16psi respectivamente.

### 3.1.5.2.5 Dimensionamiento de la tubería

#### I. Tramo 1-2

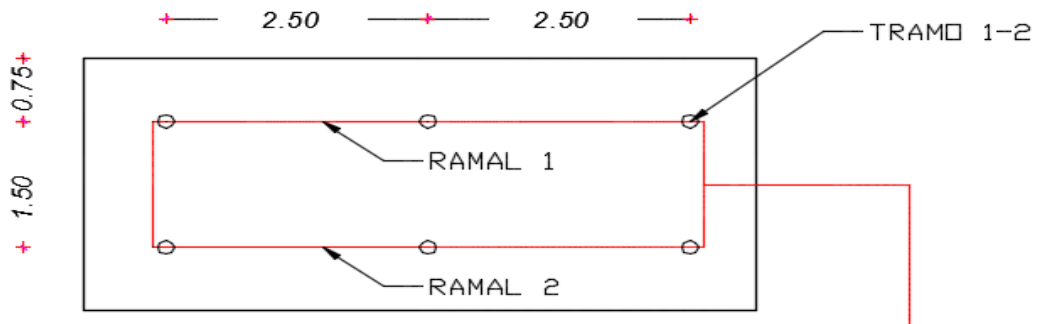


Figura 29. Red de sprinkler, tramo 1-2.

Considerando que las tuberías estarán dispuestas en forma de anillo, se determina que el caudal en el ramal 1 es igual al 2 (Ver figura 29). Según la norma NFPA 13 (2007), sección 10-2.1, establece que la velocidad del fluido debe ser de 10ft/s (3.1m/s). El dimensionamiento de la tubería se calculará en base a la ecuación 7:

$$Q = V * A = V * \frac{\pi}{4} * D^2 \quad [7]$$

Despejamos y obtenemos la ecuación 8:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad [8]$$

Donde:

$D_i$ = Diámetro interior de la tubería (pulgadas).

Q= Caudal (8gpm = 30.8in<sup>3</sup>/s)

V= Velocidad del fluido (10ft/s=120in/s)

Reemplazamos valores:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * (30.8)}{\pi * 120}} = 0.571 \text{ pulgadas}$$

La tubería a emplear es roscada (NPT) de 1 pulgada cédula 40, tal como lo sugiere la norma NFPA 15 (2017), tabla A-3-3.2. El material es ASTM A35-Acero al carbono.

### a) Cálculo de pérdidas por fricción

Se emplea la fórmula Hazen-Williams, tal como lo sugiere la norma NFPA 13 (2007), en la sección 8-4.2.1:

$$P_{fr} = \frac{4.52 * Q^{1.85} * Le}{C^{1.85} * d^{4.87}} \quad [9]$$

Donde:

$P_{fr}$ = Resistencia a la fricción (psi).

Q= Flujo (gpm)

C= Coeficiente de pérdida de fricción para tubería de acero negro ASTM A35 es 120, ver norma NFPA 13 (2007), sección 8-4.3.1.

d= Diámetro interior de la tubería en pulgadas.

Le=Longitud equivalente de tubería (ft), acorde a norma NFPA 13 (2007), sección 8-4.3.1.

La longitud equivalente para este tramo, se presenta en la tabla 7.

**Tabla 7.** Longitud equivalente, tramo 1-2

TRAMO 1-2					
	Ø	Cantidad	Unidad	Leq U ft	Leq Total ft
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	1"	15	metros	3,28	49,2
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	4	unidad	2	8
Tee ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	8	unidad	5	40
Neplo L=50mm ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	6	unidad	0,16	0,96
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	1	unidad	5	5
					103,16

Reemplazamos:

$$P_{fr_{1-2}} = \frac{4.52 * 8^{1.85} * 103.16}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} = 2.46 \text{ psi}$$

La presión requerida para el tramo 1-2, se halla mediante la ecuación 10.

$$P_{T_{1-2}} = P_{1-2} + P_{fr_{1-2}} \quad [10]$$

Donde:

$P_{T_{1-2}}$  = Presión Total Tramo 1-2 (psi).

$P_{1-2}$  = Presión Tramo 1-2 (psi).

$P_{fr_{1-2}}$  = Resistencia a la presión Tramo 1 -2 (psi).

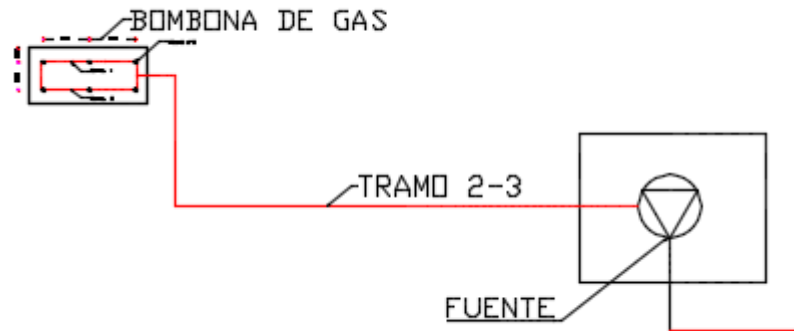
Reemplazamos:

$$P_{T_{1-2}} = 8.16 + 2.46 = 10.62 \text{ psi}$$

La presión mínima para mantener un flujo mínimo en el rociador remoto, corresponde a:

$$Q_r = 2.8 * \sqrt{10.62} = 9.12 \text{ gpm}$$

## II. Tramo 2-3



**Figura 30.** Red de sprinkler, tramo 2-3.  
(Granja Aves Campos, 2019)

El esquema de la red de sprinkler está en la figura 30. El caudal en este tramo se determina mediante la ecuación 11.

$$Q_{T\ 2-3} = Q_{1-2} + Q_r \quad [11]$$

Donde:

$Q_{T\ 2-3}$  = Caudal Total Tramo 2-3 (gpm).

$Q_{1-2}$  = Caudal Tramo 1-2 (gpm).

$Q_r$  = Caudal mínimo rociador remoto (gpm).

Reemplazamos.

$$Q_{T\ 2-3} = 8 + 9.12 = 17.12\text{gpm} = 65.91 \frac{\text{in}^3}{\text{s}}$$

A partir del caudal, podemos dimensionar la tubería adecuada para este tramo. Emplearemos la ecuación 8 referenciada anteriormente.

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * (65.91)}{\pi * 120}} = 0.836 \text{ pulgadas}$$

Se seleccionará una tubería de 1 ¼" ASTM A35, cédula 40, de diámetro interno 1.380 pulgada.

### a) Cálculo de pérdidas por fricción

Se calculará las pérdidas por fricción en el Tramo 2-3, para ello empleamos la ecuación de Hazen Williams, tomando como referencia la longitud equivalente en este tramo, los resultados se representan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Longitud equivalente, tramo 2-3

TRAMO 2-3					
	Ø	Cant.	Unidad	Leq U ft	Leq Total ft
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	1 1/4"	34	metros	3,28	111,52
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	5	unidad	3	15
Reducción ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4" a 1"	1	unidad	5	5
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	1	unidad	5	5
Válvula check ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	1	unidad	0	0
					136,52

Reemplazamos:

$$P_{fr2-3} = \frac{4.52 * 17.12^{1.85} * 136.52}{120^{1.85} * 1.380^{4.87}} = 3.5 \text{ psi}$$

La presión requerida para el tramo 2-3, se halla mediante la ecuación 12.

$$P_{T 2-3} = P_{2-3} + P_{fr2-3} \quad [12]$$

Donde:

$P_{T 2-3}$  = Presión Total Tramo 2-3 (psi).

$P_{2-3}$  = Presión Tramo 2-3 (psi).

$P_{fr2-3}$  = Resistencia a la presión Tramo 2-3 (psi).

Reemplazamos:

$$P_{T 2-3} = 9.12 + 3.5 = 12.62 \text{ psi}$$

Para determinar la presión que tiene que suministrar el sistema, aplicamos:

$$P_R = P_{T 1-2} + P_{T 2-3} \quad [13]$$

Donde:

$P_R$  = Presión para red sprinklers (psi).



$P_{T\ 1-2}$  = Presión Total Tramo 1-2 (psi).

$P_{T\ 2-3}$  = Presión Total Tramo 2-3 (psi).

Reemplazamos:

$$P_R = 10.62 + 12.62 = 23.24 \text{ psi}$$

Por lo tanto, para la red SCI de sprinklers requiere un caudal mínimo de 17.12 gpm y la presión mínima concierne a 23.24psi.

### 3.1.5.3 Selección del tipo de gabinete contra incendios.

Los parámetros para determinar el tipo de gabinete están en la normativa NFPA 14 (2007) y NFPA 850 (2010). Para nuestro caso, se selecciona el sistema clase II, a 100 gpm y 65psi NFPA 14 (2007) y NFPA 850 (2010). La estación contará con 30 metros de manguera de lino y 1 ½" de diámetro para suministrar agua durante la respuesta inicial, a todo el personal de la granja e incluso bomberos. Se le colocará en una base de hormigón armado con  $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$  para su adecuado montaje.

A partir del caudal, podemos dimensionar la tubería adecuada para este tramo. Emplearemos la ecuación 8:

$$D_i = \sqrt{\frac{4 * (385)}{\pi * 120}} = 2.02 \text{ pulgadas}$$

Se seleccionará una tubería de 2 ½" ASTM A35, cédula 40, de diámetro interno 2.635 pulgadas (Ver norma NFPA 14-2007 A-3-3.2).

Se calculará las pérdidas por fricción en el Tramo Gabinete SCI, para ello empleamos la ecuación de Hazen Williams, tomando como referencia la longitud equivalente en este tramo, obteniendo los resultados de la tabla 9.

**Tabla 9.** Longitud equivalente, tramo gabinete SCI

TRAMO GABINETE SCI					
	Ø	Cantidad	Unidad	Leq U ft	Leq Total ft
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	2 1/2"	125	metros	3,28	410
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	3	unidad	6	18
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	1	unidad	1	1
Válvula check ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	1	unidad	1	1
					430

Reemplazamos:

$$P_{frG} = \frac{4.52 * 100^{1.85} * 430}{120^{1.85} * 2.635^{4.87}} = 12.38 \text{ psi}$$

La presión requerida para el tramo gabinete SCI, se halla mediante la ecuación 14.

$$P_{TG} = P_{frG} + P_G \quad [14]$$

Donde:

$P_{TG}$  = Presión Total Tramo Gabinete SCI (psi).

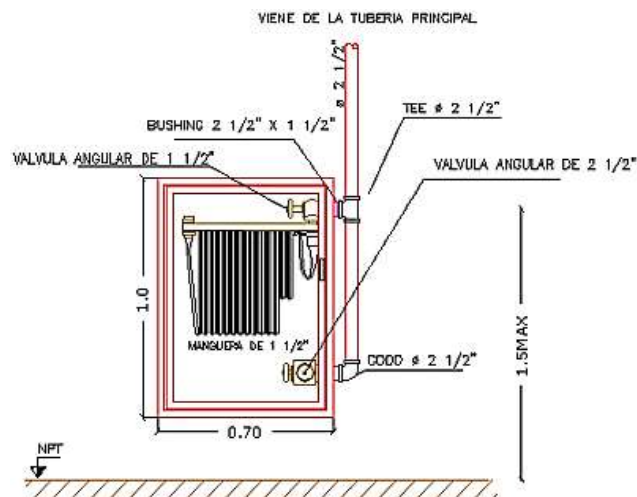
$P_{frG}$  = Resistencia a la presión Tramo Gabinete SCI (psi).

$P_G$  = Presión de trabajo del Gabinete SCI (psi).

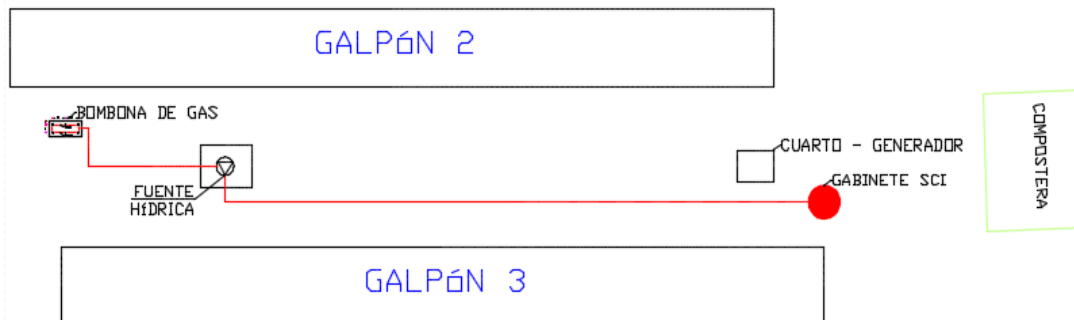
Reemplazamos:

$$P_{TG} = 12.38 + 65 = 77.38 \text{ psi}$$

El esquema de instalación del gabinete contra incendios clase II se presenta en la figura 31. Y en la figura 32, se identifica el lugar donde se sugiere ubicar el gabinete en la granja y su respectiva red hídrica.



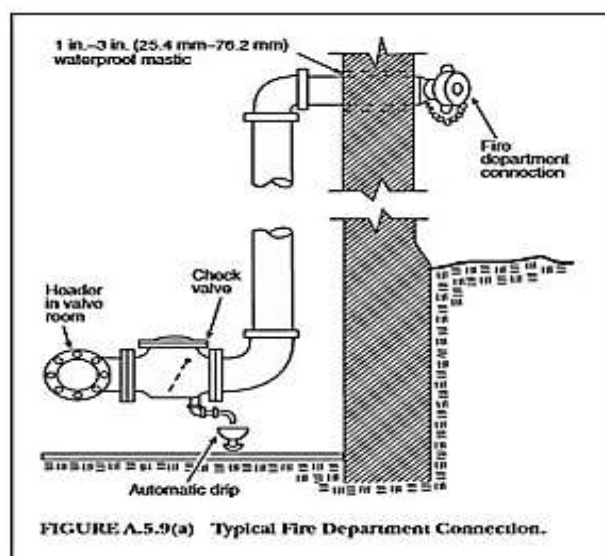
**Figura 31.** Modelo de gabinete contra incendios clase II.  
(Astete, 2015)



**Figura 32.** Red para gabinete SCI.  
(Granja Aves Campos, 2019)

### 3.1.5.4 Conexión siamesa para el departamento de bomberos.

Acorde a la norma NFPA 24 (2013) y NFPA 13E (2013), esta toma debe estar instalada para fácil acceso. La altura adecuada con respecto al suelo para su instalación está entre los límites: mínimo 0.457 metros v máximo 1.2 metros. Esta toma se ubicará en la fachada de la caseta de control del SCI. Tendrá dos entradas en bronce 2 ½" x 2 ½" con sus tapones y cadenas respectivas, salida inferior en ángulo de 90° para conexión a la línea de suministro de 4". Se debe colocar anticipadamente a la línea una válvula de control y de retención. El caudal que entregará es de 150 gpm a una presión mínima de 60 psi.



**Figura 33.** Toma siamesa, Norma NFPA 13  
(NFPA 13, 2007)

Se calculará las pérdidas por fricción en el Tramo Gabinete SCI, para ello empleamos la ecuación de Hazen Williams, tomando como referencia la longitud equivalente en este tramo, obteniendo los resultados que se describan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Longitud equivalente, tramo toma siamesa

TRAMO TOMA SIAMESA					
	Ø	Cantidad	Unidad	Leq U ft	Leq Total ft
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	2 1/2"	1,5	metros	3,28	4,92
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	2	unidad	6	12
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	1	unidad	1	1
Válvula check ASTM 35, ced. 40, NPT	2 1/2"	1	unidad	1	1
					18,92

Reemplazamos:

$$P_{frG} = \frac{4.52 * 150^{1.85} * 18.92}{120^{1.85} * 2.635^{4.87}} = 1.15 \text{ psi}$$

La presión requerida para el tramo gabinete SCI, se halla mediante la ecuación 15.

$$P_{TS} = P_{frS} + P_S \quad [15]$$

Donde:

$P_{TS}$  = Presión Total toma siamesa (psi).

$P_{frS}$  = Resistencia a la presión toma siamesa (psi).

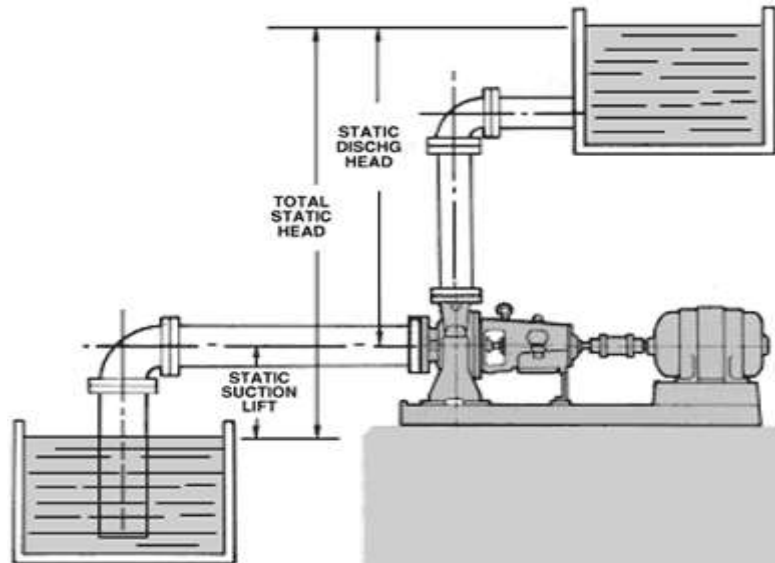
$P_S$  = Presión de trabajo de la toma siamesa (psi).

Reemplazamos:

$$P_{TG} = 1.15 + 60 = 61.15 \text{ psi}$$

### 3.1.5.5 Altura dinámica total (TDH)

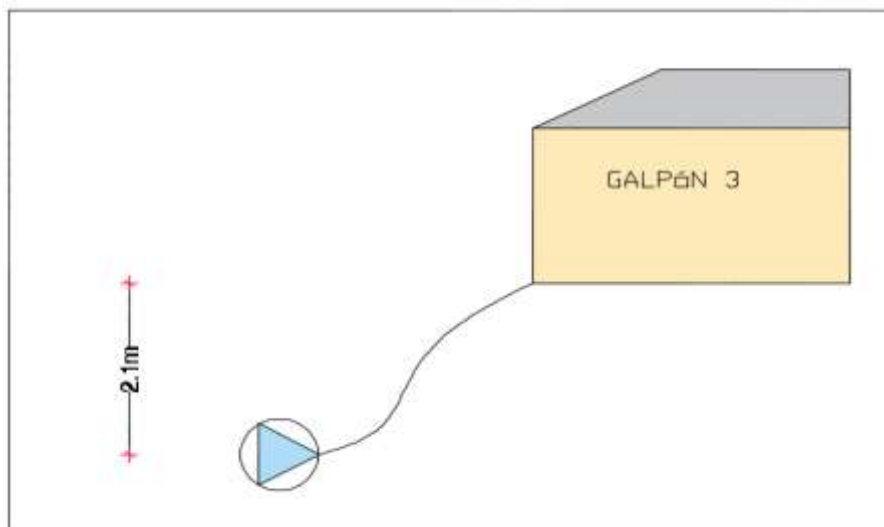
Está compuesta por la altura estática y dinámica, tal como se representa en la figura 34.



**Figura 34.** Representación de la altura dinámica total.  
 (<http://lawebdelasbombas.blogspot.com/>, 2019)

### 3.1.5.5.1 Altura estática.

La altura máxima a la cual se estaría extinguiendo el fuego corresponde a 2.1 metros con respecto al galpón 3, tal como muestra la figura 35.



**Figura 35.** Altura estática en la granja Campos

La presión máxima en el último punto es de 60 psi.

$$\text{Altura estática} = \text{Altura máxima} + \text{Presión en último punto}$$

Entonces:

$$\text{Altura estática} = 2.1 + 42.19 = 44.29 \text{ m. c. a}$$

### 3.1.5.5.2 Altura dinámica

Corresponde a la sumatoria de las pérdidas por fricción en tuberías, accesorios y columna de velocidad. El cálculo para el sistema hídrico contraincendios se representa en la tabla 11.

**Tabla 11.** Altura dinámica

	Perdidas por fricción (psi)	Perdidas por fricción (mca)	Columna de velocidad (mca)
Red Spriklers	5,96	4,20	0,27
Red Gabinete	12,38	8,72	0,62
Red Toma Siamesa	1,15	0,81	1,39
Subtotal	19,49	13,73	2,27
Total (m.c.a)		15.99	

Por lo tanto, la altura dinámica total es equivalente a la suma entre la altura estática y dinámica, resultando un valor de 60.28mca.

### 3.1.5.6 Cálculo de demanda de agua

La actividad de la granja fue delimitada como riesgo ordinario Grupo 1. El caudal de agua requerida por cada tramo corresponde a:

- Red SCI para bombona de gas es 17.12gpm.
- Red SCI para gabinete es 100gpm.
- Red SCI para toma siamesa es 150gpm.

Según la norma NFPA 13 (2007), sección 5-3, la duración del suministro de agua no debe ser menos a 60 minutos.

Por lo tanto, calculamos el volumen de agua a requerir en base a la siguiente ecuación:

$$V_R = Q_T * t \quad [16]$$

Donde:

$V_R$ = Volumen requerido ( $m^3$ )

$Q_T$ = Caudal total (gpm).

t= tiempo suministro de agua.

Entonces,

$$V_R = (17.12 + 100 + 150) * 60 = 16027 \text{ gal} = 60.66 \text{ m}^3$$

Las dimensiones para la cisterna subterránea están acorde al medio físico donde se va a hacer el presente estudio. Por lo tanto, corresponde:

- Largo de 7 metros.
- Ancho de 3 metros.
- Altura de 3 metros.

Total, se forma un volumen de 63 m<sup>3</sup> para la nueva cisterna. Sobrepasando el 3% de lo requerido por seguridad.

### 3.1.5.7 Selección de la bomba del sistema contra incendios (SCI).

Se rige a las condiciones establecidas por la norma NFPA 20 (2007), que solicita:

- La bomba para el SCI debe tener una presión mínima de trabajo de 40 psi.
- La bomba deber ser capaz de suministrar como mínimo el 150% del caudal nominal a un valor no inferior al 65% del cabezal de la bomba. A caudal cero no debe sobrepasar el 140% del cabezal.
- La bomba jockey debe instalarse para mantener presurizada la red y compensar fugas.
- Las dimensiones mínimas están acorde a la tabla 2-20.
- Se debe instalar una válvula de vástago ascendente en la línea de succión.
- Se debe instalar una válvula check para la línea de descarga de la bomba.
- Se debe instalar una válvula de compuerta continua a la descarga de la línea junto a la válvula check.

#### 3.1.5.7.1 Cálculo de la potencia de motor

$$P = H_B * Q * \rho * g \quad [17]$$

Donde:

$P$  = Potencia del motor (W).

$H_B$  = Altura dinámica (m).

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s). (267.12gpm=0.017m<sup>3</sup>/s).

$\rho$  = Densidad del fluido, agua (kg/m<sup>3</sup>).

$g$  = Constante gravitacional (kg/m<sup>3</sup>).

Reemplazamos:

$$P = 60.28 * 0.017 * 1000 * 9.8 = 10042.65 W$$

Para determinar la potencia real empleamos la ecuación 18:

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{eficiencia} \quad [18]$$

Reemplazamos,

$$P_{real} = \frac{10042.65}{0.85} = 11814.88 W = 15.84HP$$

La bomba es pequeña, no hay necesidad de utilizar un motor a diésel. La instalación debe cumplir la norma NFPA 70 (2013) y el Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code).

### 3.1.5.7.2 Selección de la bomba principal

Acorde a la norma NFPA 20, las capacidades estandar de las bombas son:

**Tabla 12.** Capacidades de bombas, norma NFPA 20

Gpm	L/min
25	95
50	189
100	379
150	568
200	757
250	946
300	1136
400	1514
450	1703
500	1892
750	2839
1000	3785
1250	4731
1500	5677
2000	7570
2500	9462
3000	11355
3500	13247
4000	15140
4500	17032
5000	18925

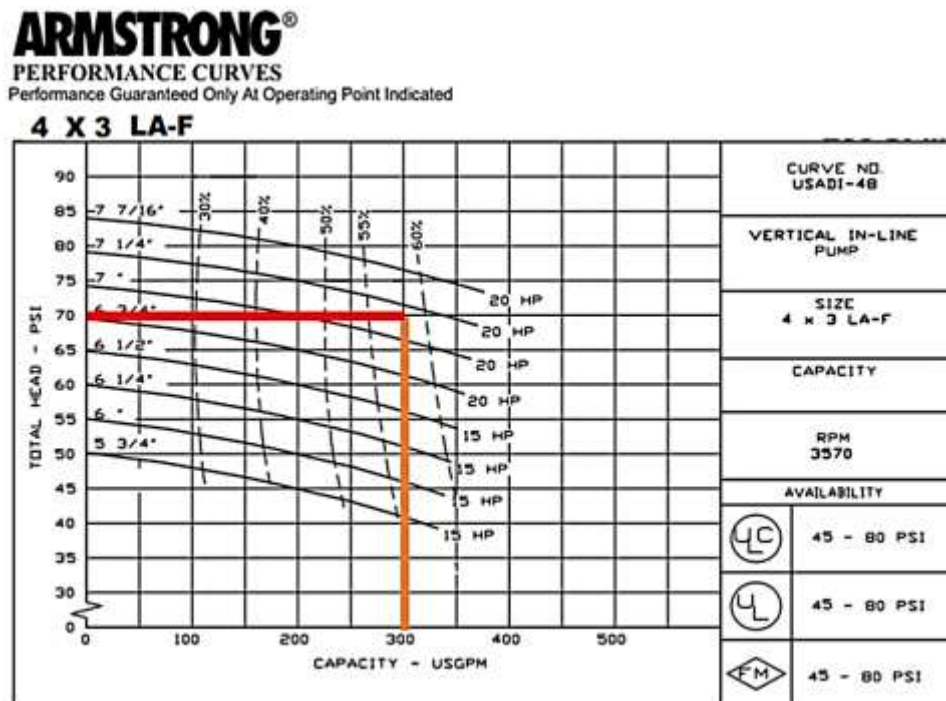
(NFPA 20, 2007)



Se seleccionó la bomba de marca ARMSTRONG por su referencia comercial, permanencia en el mercado y garantía.

Se empleará una bomba vertical en línea con las siguientes características (Armstrong, 2007):

- Modelo: 4x3 LA-F
- Flujo: 300 gpm
- Presión: 70 psi
- Velocidad: 3550 rpm
- Motor 20 HP – Trifásico 230/460
- Bomba y motor aprobada FM/UL



© S.A. Armstrong Limited 2001

**Figura 36.** Curva de bomba principal Armstrong Armstrong, 2001

La bomba viene con su tablero de control de fábrica, por la garantía que ofrece el proveedor.

### 3.1.5.7.3 Selección de la bomba jockey

Acorde a Loya (2007), la bomba jockey debe tener capacidad del 2% de la bomba principal y debe estar seteada a 10 psi por encima de la presión de trabajo de la bomba principal. Por lo tanto, la bomba será de tipo vertical multietapas, con las siguientes características:

- Modelo: VMS 1504
- Flujo: 6 gpm
- Presión: 70 psi
- Motor 1.5 HP
- Tipo: Vertical multietapas

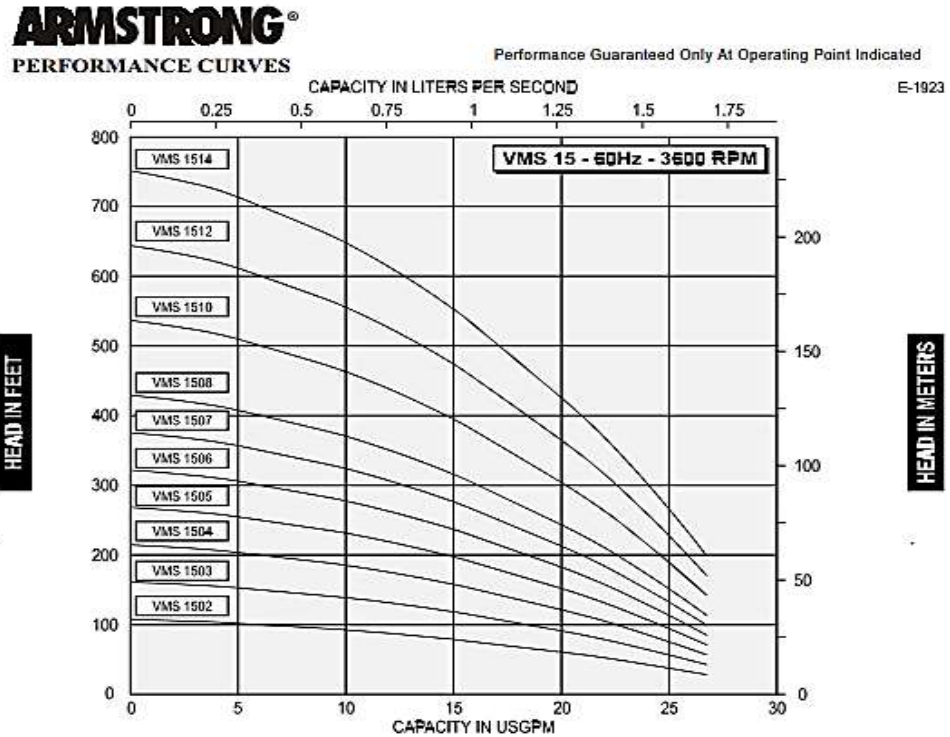


Figura 37. Curva bomba jockey Armstrong  
Armstrong, 2001

La bomba jockey viene con su tablero de control de fábrica, por la garantía que ofrece el proveedor.

### 3.1.5.8 Accesorios de tubería

Para las tuberías cuyos diámetros superan las 2", se empleará uniones vitáulicas con tuberías ranuradas.



Figura 38. Unión vitáulica  
(Cruz, 2012)

### 3.1.5.9 Soportería

El SCI estará al exterior de las instalaciones por lo que debe ir en soportes. El anclaje será con pernos de acero galvanizado acorde a la norma NFPA 24 (2013), sección 20.8.3.1.2., tipo "U" de 3/8".

Según NFPA 13 (2007) 2-6, los soportes estarán diseñado para soportar 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 250 libras en cada punto de soporte. Por lo tanto, los pernos de anclaje reposarán sobre una base de viga IPN 100, esto de material acero galvanizado acorde a normativa NFPA 24 (2013), sección 20.8.3.1.2. La soportería de hormigón armado que tendrá contacto con el suelo tendrá un  $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ . La separación máxima entre soportes acorde a la norma NFPA 24 (2013) será de:

- 12 pies (3.65 metros) en las tuberías de 1 ¼".
- 15 pies (4.6 metros) en las tuberías de 2 ½".

### 3.1.5.10 Identificación de sistema contraincendios

En función de la norma INEN 440 (1984), el color de la tubería de la red SCI será color rojo.

**Tabla 13.** Clasificación de fluidos

FLUIDO	CATEGORIA	COLOR
Agua	1	verde
Vapor de agua	2	gris-plata
Aire oxígeno		azul
Gases Combustibles	4	amarillo ocre.
Gases no combustibles	5	amarillo ocre.
Ácidos	6	anaranjado
Alcalinos	7	violeta
Líquidos Combustibles	8	café
Líquidos no combustibles	9	negro
Vacío	10	gris
Agua o Vapor contra incendios GLP (Gas Licuado de Petróleo)	-	rojo de seguridad blanco

(INEN, 440).

Las señales y símbolos de seguridad a implementar en las instalaciones de la granja tendrán los siguientes lineamientos:

- Equipo contraincendios, Punto de llamado de alarma de incendio y extintor de incendios: Color rojo de fondo, figura geométrica: cuadrado, color blanco para el símbolo gráfico según lo que indica la norma NTE INEN-ISO 3864-1:2013 (2013).
- Precaución Electricidad: Color amarillo de fondo, figura geométrica: Triángulo Equilátero con esquinas exteriores redondeadas, color negro

para el símbolo gráfico según lo que indica la norma NTE INEN-ISO 3864-1:2013 (2013).

### 3.1.5.11 Sistema de alarma contra incendios

Este sistema debe estar integrado en la granja para ofrecer fiabilidad y disponibilidad del SCI (Ver figura 39). Las nuevas tecnologías del mercado ofrecen mejores tiempos de respuesta, control remoto, alarmas perceptibles por los operadores, etc (Loyo, 2007).



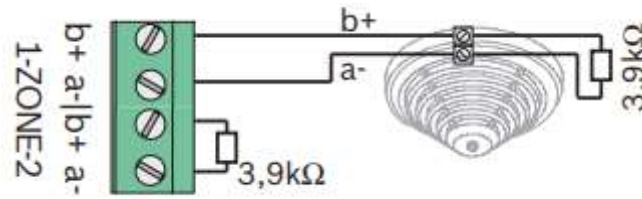
**Figura 39.** Diseño convencional de una alarma contra incendios (Mircom, FlexNet, 2008).

En nuestro caso, el sistema tendrá los siguientes componentes, que a la par se puede apreciar en el plano 1:

#### a) Panel de control FPC-500-4 Bosch.

En nuestra aplicación tenemos 3 zonas, entonces, seleccionamos el panel de 4 zonas (Ver figuras 40 y 41). La alimentación es de 230VAC, fuente de alimentación de emergencia es de 24VDC. Al finalizar cada zona se debe emplear una resistencia de fin de línea de  $3.9k\Omega \pm 1\%$ . Este panel de control ya incluye batería y módulos. Ver Anexo 2.

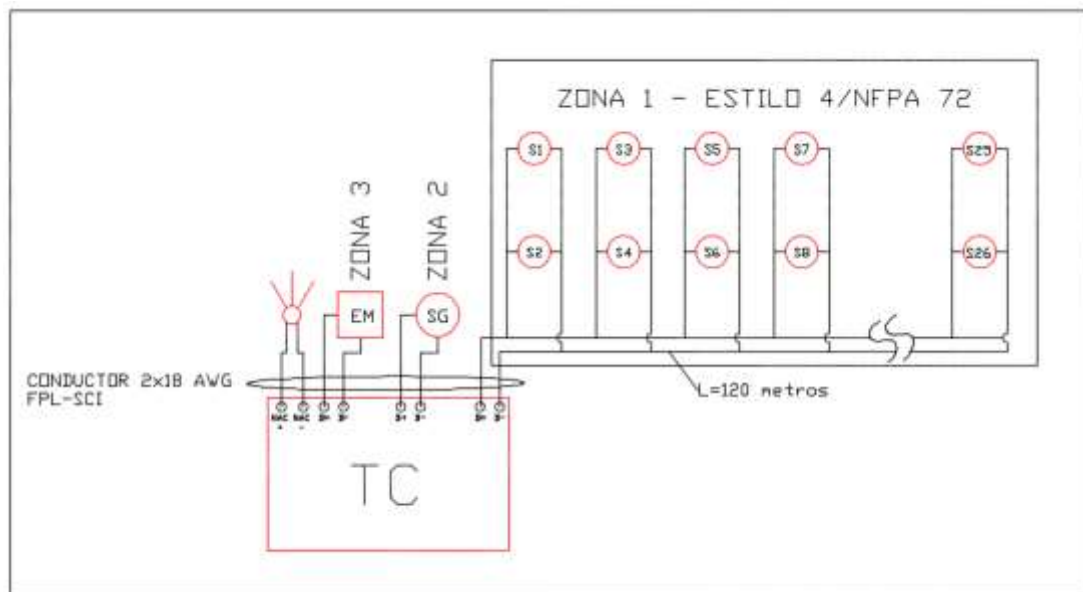
En la figura 42 se ilustra el conexionado para cada panel de control que se ubicará en cada galpón.



**Figura 40.** Instalación de resistencia de fin de línea (Bosch, Panel de control FPC-500-4 Bosch, 2004).



**Figura 41.** Esquema de panel de control (Bosch, 2014).



**Figura 42.** Esquema de conexión para cada galpón (Bosch, 2014).

**b) Sensor de humo D7050 Bosch.**

Este dispositivo detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal de aviso de incendio (Ver figura 43). Ver Anexo 3.



**Figura 43.** Sensor de humo  
(Bosch, 2014).

**c) Sensor de gas D382 Bosch.**

Este dispositivo detecta la presencia de gases de combustión como el propano o natural (metano) (Ver figura 44). Ver anexo 4.



**Figura 44.** Sensor de gas  
(Bosch, 2011).

**d) Estación manual 325A Bosch.**

Este dispositivo es de accionamiento manual y emite una señal hacia el panel de control para disipar una señal de salida que ponga en alerta a las personas dentro de una instalación (Ver figura 45). Ver anexo 5.



**Figura 45.** Sensor de gas  
(Bosch, 2009).

### e) Luz estroboscópica FHS 340 Mircom

Este dispositivo emite una señal visual y a la par tienen un aviso acústico regulable (Ver figura 46), Ver Anexo 6 las especificaciones del producto.



**Figura 46.** Luz estroboscópica (Mircom, 2008).

### f) Selección de cable

El tipo de cable a emplear es de tipo FPL que es adecuado para señales de sistemas contra incendios (Ver Anexo 7). Para la selección consideramos la sumatoria de corrientes de los equipos que componen el sistema y la distancia de la última carga. Por lo tanto, se generan los resultados de la tabla 14.

**Tabla 14.** Sumatoria de corrientes de equipos

	Cantidad	Corriente (mA)	Total (mA)
Sensor de humo	26	0,02	0,52
Sensor gas	1	0,1	0,1
Estación manual	1	0,028	0,028
Luz electroboscópica	1	0,1	0,1
Corriente Total (mA)			0,748

Selección del conductor:

Máximo actual permitido (Amps)	Longitud máxima permitida ft (m)		
	18 AWG	16 AWG	14 AWG
0.1	4660 ft (1420m)	6000 ft (1828m)	6000 ft (1828m)
0.2	2340 ft (713m)	3728 ft (1126m)	5903 ft (1799m)
0.3	1560 ft (475m)	2486 ft (757m)	3934 ft (1199m)
0.4	1168 ft (356m)	1862 ft (567m)	2950 ft (899m)
0.5	934 ft (284m)	1490 ft (454m)	2358 ft (718m)
0.6	778 ft (237m)	1240 ft (377m)	1965 ft (598m)
0.7	665 ft (202m)	1060 ft (323m)	1683 ft (512m)
0.8	583 ft (177m)	930 ft (283m)	1472 ft (448m)
0.9	517 ft (157m)	825 ft (251m)	1308 ft (398m)
1.0 (Máx.)	565 ft (172m)	740 ft (225m)	1179 ft (359m)

**Figura 47.** Datos del cable FLP (Lanpro, 2008).

Por lo tanto, se escoge el conductor FPL 2x18AWG. Este conductor irá en tubería galvanizada MT de 1/2" con sus respectivos accesorios y señaléticas.

### g) Extintor

Acorde a la norma INEN 731 (2009), la selección del extintor depende de la clase de incendio sobre el cual va a actuar. En nuestro caso, tenemos la siguiente solución:

- **Área de galpones y oficinas:** van 2 extintores de 10lb, uno en cada puerta de ingreso (parte frontal y posterior). En esta sección tenemos materiales combustibles como madera, tela, papel, caucho, plásticos y derivados sintéticos. Por lo tanto, se elige extintores clase A que contiene agua pulverizada. En total se necesitarían 10 extintores.
- **Área de casa de máquinas (generador y sistema contra incendios):** va 1 extintor en cada sitio de 10lb. En esta sección involucra equipos eléctricos energizados. Por lo tanto, se elige extintores clase C que contiene PQS (polvo químico seco). El requerimiento total es 2 extintores.

#### 3.1.5.12 Mantenimiento del SCI

Para el mantenimiento del SCI consideraremos la norma NFPA 25 (2011), tal como se aprecia en el anexo 8.

#### 3.1.5.13 Simulación del sistema hidráulico

Para el efecto se empleó el software de ingeniería Pipe Flow Expert V5.12. Y se obtuvo la gráfica 48 de la curva de la bomba:

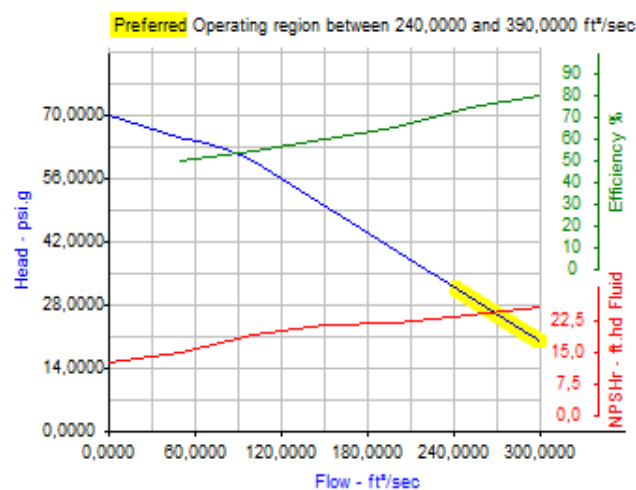


Figura 48. Curva de la bomba (Pipe Flow Expert, 2019).





**Tabla 15.** Listado de materiales y presupuesto

RED DE BOMBEO PRINCIPAL					
	Ø	Cant	Unit.	Costo unit.	Costo total
Cisterna de hormigón armado, L=7m, A=3m, H=3m	N/A	63	m <sup>3</sup>	87,21	5494,23
Tubería ASTM A35, ced.40, ranurada	2 1/2"	10	s metro	124,52	249,04
Tubería ASTM A35, ced.40, ranurada	8" 2	0,6	s	497,25	994,50
Válvula check, ASTM A35, ced 40, ranurada	1/2" 2	1	Unid.	40,13	40,13
Brida, ASTM A35, 6 perforaciones	1/2"	6	Unid.	8,24	49,44
Brida, ASTM A35, 6 perforaciones	8" 2	2	Unid.	34,20	68,40
Codo 90°, ASTM A35, soldado	1/2"	1	Unid.	33,47	33,47
Brida, ASTM A35, 6 perforaciones, ciega	8" 2	2	Unid.	38,70	77,40
Flujómetro, ASTM A 35, 1.6MPa, bridado	1/2" 2	1	Unid.	157,85	157,85
Válvula mariposa ASTM 35, ced. 40, bridada	1/2" 2	2	Unid.	62,47	124,94
Bomba Armstrong 4X3 LA-F, 300gpm., 70 psi	1/2"	1	Unid.	4921,00	4921,00
Tablero de control eléctrico	N/A	1	global	754,21	754,21
Mano de obra	N/A	1	global	1857,41	1857,41
					<b>14822,02</b>
RED DE BOMBEO JOCKEY					
	Ø	Cant	Unit.	Costo unit.	Costo total
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	1 1/4"	4	s metro	75,14	75,14
Válvula check, ASTM A35, ced 40, NPT	1 1/4"	1	Unid.	15,30	15,30
Unión ASTM A35, ced 40, NPT	1 1/4"	2	Unid.	6,47	12,94
Válvula esferica ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	2	Unid.	24,19	48,38
Bomba Armstrong jockey, 70 psi, 1,5HP	1/4"	1	Unid.	2752,00	2752,00
Tablero de control eléctrico	N/A	1	global	259,97	259,97
Mano de obra	N/A	1	global	428,78	428,78
					<b>3592,51</b>
RED SPRINKLERS					
	Ø	Cant	Unit.	Costo unit.	Costo total
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	1" 1	15	s metro	49,87	149,61
Tubería ASTM A35, ced.40, NPT	1/4"	34	s metro	75,14	450,84
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	1" 1	4	Unid.	15,85	63,4
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, NPT	1/4"	5	Unid.	20,06	100,3

**Continúa...**

## Continuación...

Tee ASTM 35, ced. 40, NPT	1" a 1/2" 1 1/4" a	6 Unid.	16,78	100,68
Reducción ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	1 Unid.	10,46	10,46
Neplo L=50mm ASTM 35, ced. 40, NPT	1/2"	6 Unid.	2,87	17,22
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	1"	1 Unid.	18,45	18,45
Válvula esférica ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	1 Unid.	24,19	24,19
Válvula check ASTM 35, ced. 40, NPT	1 1/4"	1 Unid.	26,38	26,38
Sprinkler colgante Gamma, UL, pendiente	1/2"	6 Unid.	18,75	112,5
Soportería, incluye base y pernos U galvanizados	N/A	1 Unid.	15,72	15,72
Mano de obra	N/A	1 global	248,21	248,21
				<b>1337,96</b>

### TRAMO GABINETE SCI

	Ø	Cant	Unit.	Costo unit.	Costo total
Tubería ASTM A35, ced.40, ranurada	2 1/2"	125	metro	124,52	2490,4
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, soldable	2 1/2"	3	Unid.	33,47	100,41
Válvula mariposa ASTM 35, ced. 40, ranurada	2 1/2"	1	Unid.	62,47	62,47
Válvula check ASTM 35, ced. 40, ranurada	2 1/2"	1	Unid.	40,13	40,13
Unión vitáulica, UL/FM	2 1/2"	24	Unid.	28,93	694,32
Gabinete contra incendios PROINELCOM	N/A	1	Unid.	324,71	324,71
Soportería, incluye base y pernos U galvanizados	N/A	28	Unid.	22,14	619,92
Mano de obra	N/A	1	global	1000,32	1000,32
					<b>5332,68</b>

### TRAMO TOMA SIAMESA

	Ø	Cant	Unit.	Costo unit.	Costo total
Tubería ASTM A35, ced.40, ranurada	2 1/2"	1,5	metro	124,52	124,52
Codo 90° ASTM 35, ced. 40, soldable	2 1/2"	2	Unid.	33,47	66,94
Válvula mariposa ASTM 35, ced. 40, ranurada	2 1/2"	1	Unid.	62,47	62,47
Válvula check ASTM 35, ced. 40, ranurada	2 1/2"	1	Unid.	40,13	40,13
Toma siamesa de bronce	2 1/2"	1	Unid.	164,72	164,72
Mano de obra	N/A	1	global	160,87	160,87
					<b>619,65</b>

### SISTEMA DE DETECCION Y ALARMA

	Ø	Cant	Unit	Costo unit.	Costo total
Conductor FPL 2x18AWG.	N/A	600	metro	0,62	372,00
Panel de control FPC-500-4 Bosch	N/A	4	Unid.	385,13	1540,52
Sensor de humo D7050 Bosch	N/A	104	Unid.	28,24	2936,96
Luz estroboscópica, Mircom	N/A	4	Unid.	10,25	41,00
Sensor de gas D382 Bosch	N/A	4	Unid.	24,31	97,24
Estación manual 325A Bosch	N/A	4	Unid.	28,63	114,52
Tubería galvanizada MT	1/2"	600	metro	3,47	347,00
Materiales varios	N/A	1	global	260,00	260,00
Mano de obra	N/A	1	global	2300,00	2300,00
					8009,24

**TOTAL**

**33714,06**

\*PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Total, suman 33714.06 dólares. Los extintores no se colocan, debido a que la granja ya contiene.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Se efectuó el levantamiento de la infraestructura de la granja para obtener el plano de implantación general, conocer su tipo de construcción, los materiales que almacena y el estado de la misma.
- Se identificó los criterios para el diseño del SCI, y son: zonas de distribución acorde a la peligrosidad, riesgo, método de supresión de fuego, altura dinámica total, demanda de agua, caudal, densidad de fluido. Todos estos parámetros deben regirse estrictamente a la Normativa NFPA e INEN.
- Se desarrolló el plan de contingencia en base al formato del cuerpo de bomberos para seguir el modelo de presentación del presente documento.
- En función del método Meseri, el riesgo es aceptable ya que es de 5.94 y que se deben tomar medidas de prevención y mitigación contra incendios.
- Se aplicaron los procedimientos establecidos en los códigos de los estándares NFPA e INEN para desarrollar el diseño electromecánico del sistema contra incendios.
- Acorde a la norma NFPA 10 para nuestro proyecto el riesgo ordinario. La red de sprinkles fue diseñada en base a la norma NFPA 13 y está conformada por 6 rociadores el caudal mínimo requerido es de 17.12 gpm y la presión mínima es de 23.24psi. La red del gabinete contra incendios se rige a la norma NFPA 14 Y 850 y se seleccionó un gabinete clase II de 100gpm y 65psi. Y la conexión siamesa se dimensionó en base a la norma NFPA 24-2013 de 150gpm y 60psi.
- El sistema contra incendios del presente estudio se encuentra constituido por dos subsistemas:
  - ✓ De monitoreo y control: conformado por un panel de control en cada galpón donde ingresan entradas de señales de los sensores de humo, gas y estación manual que activan una luz estroboscópica en cada ingreso de galpón que pone en alerta al personal de la empresa, para su respectiva actuación, bien sea por extintor o con el gabinete contra incendios, dependiendo de la escala del peligro que existiese.
  - ✓ De respuesta: conformado por una red hidráulica, impulsada por una bomba principal de 20HP, trifásica 230-460, 60Hz, 300gpm, 70 psi y 3550rpm apoyada de una bomba jockey de 6gpm, 70psi, 1.5HP multietapas. La tubería de suministro hídrico hacia los gabinetes contra incendio es de 2 ½" ASTM A35, cédula 40, mientras que, para la caseta de bombona de gas es de 1 ¼" ASTM A35, cédula 40.

- El software Pipe Flow Expert V5.12, permitió validar el funcionamiento del sistema contra incendios, corroborando la veracidad de los cálculos hídricos realizados analíticamente en el presente estudio. Las simulaciones de los regímenes de flujo, presión, velocidad y pérdidas, muestran estabilidad, funcionalidad y confiabilidad del sistema, para su posterior implementación en la granja.
- La implementación del sistema contra incendios en la granja tiene un avalúo de 33714.06 dólares americanos.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- La implementación de un sistema contra incendios en una instalación genera beneficios hacia la integridad física de los trabajadores, activos de la empresa y medio ambiente, por lo que se recomienda su implementación en un corto periodo de tiempo.
- Se sugiere implementar las normas NFPA para el diseño de sistemas contra incendios.
- Se recomienda seguir la rutina de mantenimiento según lo establecido en el diseño.
- Se sugiere que la empresa replique este sistema contra incendios en sus demás centros de crianza de aves.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA


- Abad, L. (2011). *Sistema contraincendios*. Barcelona: Barcelona.
- Armstrong. (2007). Manual Engineering. *Engineering*, 57.
- Astete, J. (2015). *Estudio comparativo de evaluación de riesgos incendios aplicado a un edificio habitacional*. Barcelona: Barcelona.
- Bellés, A. (2012). *Jornadas Profesionales de Avicultura*. Barcelona: Barcelona.
- Bosch. (2004). *Panel de control FPC-500-4 Bosch*. Barcelona: Barcelona.
- Bosch. (2009). *FMM-325A Estaciones Manuales Analógicas*. Barcelona: Barcelona.
- Bosch. (2011). *D382 Detector de gas de combustión (Macurco GD-2A)*. . Barcelona: Barcelona.
- Bosch. (2014). *D7050 Addressable Photoelectric Smoke and Smoke Heat Detector Heads*. Barcelona: Barcelona.
- Casals, J. (2008). *Diseño de complejos industriales*. Barcelona: UPC.
- Chang, S., Verdezoto, A., & Estrada, L. (10 de 01 de 2017). *Análisis de la avicultura ecuatoriana*. Obtenido de Análisis de la avicultura ecuatoriana:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/743/1/1392.pdf>
- Cruz, L. (2012). *Diseño de un sistema contra incendios para el área de producto terminado de una planta elaboradora de pinturas*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cuerpo de Bomberos Santo Domingo. (15 de 10 de 2019). *Cuerpo de Bomberos Santo Domingo*. Obtenido de Cuerpo de Bomberos Santo Domingo: <http://bomberossantodomingo.gob.ec/>
- Fallas, J. (2012). *Programa de desarrollo sostenible de la cuenca binacional del río Sixaola*. Costa Rica: Costa Rica.
- Farmers, W. (2019). Poultry Farm Manual. *Farmers Weekly*, 83.
- Ferro, J. (2013). *Métodos científicos en la investigación de incendios*. España: Club Universitario.
- INEN 440. (1984). *Colores de identificación de tuberías*. Quito: INEN.
- INEN 731. (2009). *Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación*. Quito: INEN.
- Instituto Geofísico de la EPN. (17 de 08 de 2019). *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/>

- Jimenez, R. (2012). *Montaje e implementación de una granja avícola para la producción y comercialización de huevos en San Onofre*. Colombia: Universidad Sucre.
- Lanpro. (2008). *Serie de cables para alarmas de incendios tipo FPL*. Madrid: Bosco.
- Loyo, A. (2007). *Seguridad industrial en calderos pirotubulares y diseño del sistema contra incendios, para la sala de calderos del hospital oncológico de SOLCA Solón Espinosa Ayala*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Mircom. (2008). *FlexNet*. Canadá: Canadá.
- Mircom. (2008). *Sirena/estrobe para intemperie*. Canadá: Canadá.
- National Fire Protection Association. (2013). *Operation of fire protection system*. USA: Omegatype Typography Inc.
- Neira, J. (2008). *Protección contra incendios*. España: Fundación CONFEMETAL.
- NFPA 10. (2018). *Standard for Portable Fire Extinguishers*. Orlando: Iberoamericana.
- NFPA 13. (2007). *Instalación de sistemas de rociadores y estándares de fabricación*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.
- NFPA 13E. (2013). *Recommended Practice for Fire Department Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe Systems*. Orlando. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contra incendios.
- NFPA 14. (2007). *Instalación de sistemas de tubería vertical*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.
- NFPA 15. (2017). *Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*. Orlando: Iberoamericana.
- NFPA 16. (2015). *Norma para la instalación de rociadores de agua-espuma y sistemas de pulverización de agua-espuma*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.
- NFPA 20. (2007). *Instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.
- NFPA 24. (2013). *Norma para instalación de red privada de servicios contra incendios y sus accesorios*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.
- NFPA 25. (2011). *Norma para la inspección, comprobación y mantenimiento de sistemas hidráulicos de protección contra incendios*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contraincendios.

- NFPA 70. (2013). *Normas para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contra incendios.
- NFPA 850. (2010). *Práctica recomendada para la protección contra incendios de plantas de generación de energía eléctrica y estaciones de conversión de corriente directa de alto voltaje*. Orlando: Organización Iberoamericana de protección contra incendios.
- NTE INEN-ISO 3864-1:2013. (2013). *Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad*. Quito: INEN.
- ONU. (2016). 22. *Naciones Unidas, Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. USA: ONU.
- Picón. (2016). *Pollos de engorde e instalaciones*. España.
- Pipe Flow Expert, R. (13 de 12 de 2019). *Pipe Flow Expert*. Obtenido de Pipe Flow Expert: [www.pipeflowexpert.com](http://www.pipeflowexpert.com)
- Raza, L. (2009). *Diseño y construcción de un sistema de detección y alarma contra incendios*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Roxell. (2012). *Pollos de engorde*. USA.
- USAID. (2010). *Producción avícola*. USA.

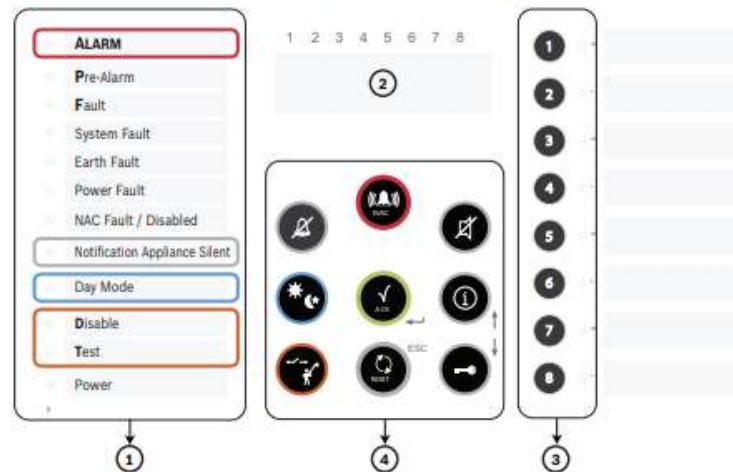
**ANEXOS**

## ANEXO 1 FICHA TÉCNICA DE SPRINKLERS

Sprinkler PENDIENTE (colgante)		
	<b>ORIFICIO NOMINAL</b>	15 mm
	Rosca conexión	1/2"
	Factor de descarga K	80
	Acabado	Latón y Cromado
	Superficie de acción aprox.	16 m <sup>2</sup>
	Temperaturas disparo	68°




## ANEXO 2 FICHA TÉCNICA DE PANEL DE CONTROL PFC-500-4

### 2 Descripción general del sistema



1	Pantalla de LEDs
2	Pantalla LCD con números de zona
3	Teclas de zona y LEDs de estado de zona
4	Panel de mando

	FPC-500-2	FPC-500-4	FPC-500-8
Entradas			
- Zonas	2	4	8
- Entradas programables	1	1	2
Salidas			
- Entradas programables		1	
- Circuito de alarma (500 mA por cada uno)		2	
- Relé		2	
Ampliaciones	no	1 x 4	2 x 4
- Colector abierto (20 mA)			
- Relé (mediante colector abierto)			
LCD, 2 líneas de 16 caracteres		Sí	

	Detectores convencionales
	Pulsador de alarma convencional
	Dispositivos de alarma visual o acústica
Z1 ... Z8	Zonas convencionales de la 1 a la 8 (máx. 2 en la FPC-500-2 y 4 en la FPC-500-4)
IN	Entradas (máx. 1 en FPC-500-2 y FPC-500-4, máx. 2 en FPC-500-8)
ALARM RLY	Relé de la alarma
FAULT RLY	Relé de fallo
OC	Salida de transistor para tarjetas de ampliación (0 en la FPC-500-2; 4 en la FPC-500-4 y 8 en la FPC-500-8)
AUX 24 VDC	Salida de alimentación auxiliar

# ANEXO 3

## FICHA TÉCNICA DE SENSOR DE HUMO D7050

### BOSCH

#### Magnetic Test Feature

Test the detector's operation by placing the SMK-TM Test Magnet next to the detector's LED for three consecutive flashes. This causes the detector to send an alarm.

#### Certifications and approvals

Region	Certification	
USA	UL	UROX; Smoke-automatic Fire Detectors (ANSI/UL 268) and UROX7; Smoke-automatic Fire Detectors Certified for Canada (CAN/ULC-S529)
	FM	D7050 Family
	CSFM	see our website
	FDNY-CoA	#6173
Hong Kong	HKFSD	

#### Installation/configuration notes

##### Compatible Products

The following products are compatible with the D7050 Smoke Detector and the D7050TH Smoke Heat Detector:

Category	Product ID	Product Description
Control Panels	FPD-7024	FACP
	D7024	FACP
	D7024-EXP	FACP for export
	G Series	D9412G (or later), D7412G (or later), and D7212G <sup>1</sup> (or later)
Detector Bases	D7050-B6	Two-wire base
Remote Annunciators	DRA-12/24	12/24 VDC remote annunciator
Interface Modules	D8125MUX	Multiplex bus interface module

<sup>1</sup> The D7212G models are not UL Listed for commercial fire.

#### Parts included

Quant.	Component
1	Detector head
1	Literature pack

#### Technical specifications

##### Environmental Considerations

Radio Frequency Interference (RFI) Immunity:	No alarm or setup on critical frequencies in the range of 26 MHz to 950 MHz for field strengths less than 50 V/m
Temperature (normal operating):	+32°F to +100°F (0°C to +38°C)

**Note:** The environment where these detectors are installed must be within the specified normal operating temperature limits.

##### Mechanical Properties

Color:	Off-white
Dimensions (diameter x D):	4 in. x 1.3 in. (10.2 cm x 3.3 cm)
Material:	High-impact, fire-retardant ABS plastic

##### Power Requirements

Current (alarm):	0.55 mA maximum
Current (standby):	0.55 mA nominal
Power-up Time:	22 sec maximum
Voltage (minimum):	8 VDC peak from the multiplex bus

#### Ordering information

##### D7050 Addressable Photoelectric Smoke Detector Head

The D7050 detects large smoke particles by scattering light from a pulsed infrared source operating with a gated, high-speed, photodiode infrared sensor. The symmetry of the optical chamber allows 360° uniform smoke entry, but minimizes external light entry.  
Order number **D7050**

##### D7050TH Addressable Photoelectric Smoke and Heat Detector Head

The D7050TH, in addition to an optical smoke chamber, has an added 135°F (57°C) fixed-temperature sensor that expands its application to confined areas where a fire increases air temperature slowly and where there is a substantial increase in air temperature before the fire breaks confinement.  
Order number **D7050TH**

##### Accessories

##### DRA-12/24 Remote Annunciator (12/24 VDC)

Designed to provide remote annunciation of alarms when connected to the D7050-B6 Multiplex Detector Base  
Order number **DRA-12/24**

# ANEXO 4

## FICHA TÉCNICA DE SENSOR DE GAS D382 BOSCH

Sistemas de Detección de Incendios | D382 Detector de gas de combustión (Macurco GD-2A)



**BOSCH**

Innovación para tu vida

### D382 Detector de gas de combustión (Macurco GD-2A)



- ▶ Alimentación: 12 VCC/VCA o 24 VCC/VCA
- ▶ Sensor semiconductor con sistema de purga automática que no necesita mantenimiento ni recalibración
- ▶ Relé de alarma SPDT (Formato C) y relé de problema SPST (Formato A) diseñados para facilitar la conexión con paneles de control y otros dispositivos
- ▶ Función automática de restauración o bloqueo seleccionable por el instalador
- ▶ Indicadores de estado LED de color verde y rojo

El detector de gas de combustión D382 (Macurco GD-2A) detecta la presencia de gases de combustión como el propano o el gas natural (metano). Underwriters Laboratories (UL) ha certificado que es capaz de identificar niveles un 25% inferiores al límite inferior de explosividad (LIE) del propano o el metano.

Este sistema es adecuado para ubicaciones no peligrosas como instalaciones residenciales, comercios, edificios de oficinas o gubernamentales. Habitualmente se instala en salas con aplicaciones que usan gases o donde pueden producirse fugas.

**Nota** Por el contrario, no es adecuado para áreas industriales como fábricas, refinerías o plantas químicas.

**Nota** La unidad D382 **no** detecta monóxido de carbono.

El LED rojo se ilumina a la vez que se activa el relé de alarma para indicar que se ha producido una condición de alarma.

#### Certificados y homologaciones

Los productos 3M (Macurco) aparecen en estas listas y cuentan con estas aprobaciones:

Región	Certificación
EE.UU.	UL FTAM: Gas and Vapor Detectors and Sensors (UL2075)

#### Funciones básicas

##### Tensión de alimentación

El detector emplea un rectificador de puente de onda completa, por lo que acepta tensión de alimentación de cualquier polaridad. La unidad funciona con alimentación de CA y CC de entre 12 V y 24 V, y emplea un regulador de conmutación para ajustar de forma eficaz las diferentes tensiones de entrada al sistema interno fijo de alimentación.

##### LED de estado

El detector cuenta con un LED de estado verde y otro rojo en la parte frontal.

El detector usa un sistema interno de retardo de dos minutos para evitar las alarmas durante el calentamiento del sensor de gas. Durante el período de calentamiento, el indicador LED verde parpadea. Una vez transcurrido el tiempo de retardo, el LED verde se ilumina de forma fija indicando que la unidad opera normalmente.

El detector integra un circuito de supervisión para las funciones clave. En caso de producirse problemas debido al malfuncionamiento de componentes que pueden sufrir fallos, ambos indicadores parpadean y se activa el relé de problema. Los fallos de alimentación también hacen que el relé de problema se active.

##### Longitud del recorrido del cableado

Hasta 640 m (2.100 pies)  
Hasta 975 m (3.200 pies)

##### Tamaño recomendado del cableado

1,8 mm (14 AWG)  
2,3 mm (12 AWG)

#### Piezas incluidas

Cantidad	Componente
1	Detector de gas de combustión
1	Paquete de hardware
1	Paquete de documentación



## Planificación

### Información sobre compatibilidad

Este detector de gas de combustión es compatible con todos los paneles de control con certificación UL que cuentan con alimentación de cuatro cables y con circuitos de activación de alarma.

### Consideraciones sobre el montaje

El detector tiene capacidad para supervisar áreas de hasta 83,6 m<sup>2</sup> (900 pies<sup>2</sup>). Para mayores superficies, distribuya los detectores formando zonas de 10 m (30 pies).

El gas natural (metano) es más ligero que el aire y se acumula en el techo. El gas de tanques (propano) es más pesado que el aire y se acumula en el suelo. Instale el detector a una distancia de 0,3 m (1 pie) sobre el suelo, o bien, a 0,3 m (1 pie) del techo, en función del gas que desee detectar. Instale el detector a un mínimo de 15,2 cm (6 pulg.) de las esquinas para evitar la existencia de zonas con aire muerto.

El detector se instala en una caja posterior estándar de 4 pulgadas cuadradas o en una caja de doble registro.

### Consideraciones sobre el cableado

El detector de gas de combustión debe instalarse en un circuito independiente o en una zona reservada para detectores de gas de combustión y no puede combinarse con detectores de humo, calor o intrusión. Las alarmas de estos circuitos o zonas deben activar dispositivos de notificación acústica de al menos 85 dB con un sonido exclusivo para la detección de gases.

## Especificaciones técnicas

### Consideraciones ambientales

Temperatura (operación): De 0 °C a +49 °C (de +32 °F a +120 °F);  
Para instalaciones UL, de +4,4 °C a +49 °C  
(de +40 °F a +120 °F)

### Propiedades mecánicas

Color: Blanco

Dimensiones (Al. x An. x Pr.) 11,4 cm x 12,7 cm x 4,1 cm  
(4,5 pulg. x 5 pulg. x 1,625 pulg.)

Peso (envío): 0,25 kg (0,54 libras)

### Salidas

#### Alarma

Configuración del relé: un SPDT (Formato C)

Potencia del relé: 0,125 A, 40 V, 3 VA

Ajuste de sensibilidad: 25% por debajo del LIE del propano y del metano

#### Problemas

Configuración del relé: un SPST (Formato A)

Potencia del relé: 0,25 A, 40 V, 10 VA

### Requisitos de alimentación

#### Corriente

Alarma: A 12 VCC: 70 mA; a 24 VCC: 35 mA  
A 12 VCA: 100 mA; a 24 VCA: 65 mA

En reposo: A 12 VCC: 45 mA; a 24 VCC: 22 mA  
A 12 VCA: 65 mA; a 24 VCA: 45 mA

# ANEXO 5

## FICHA TÉCNICA DE ESTACION MANUAL FMM-325A BOSCH

### FMM-325A Estaciones Manuales Analógicas



- ▶ Compatible con el protocolo de comunicación digital avanzada
- ▶ Comunicación de datos digitales y alimentación proporcionada a través de un circuito de dos cables
- ▶ Asignación de direcciones EEPROM en la unidad de módulo
- ▶ Carcasa inyectada resistente y construcción resistente a la corrosión
- ▶ Montaje estándar
- ▶ Palanca de alarma retenida
- ▶ Forma parte del listado UL para aplicaciones de alarma de incendio comerciales
- ▶ Cumple los requisitos de la Ley sobre Ciudadanos Americanos Discapacitados (ADA: Americans with Disabilities Act)

Las Estaciones Manuales Analógicas serie FMM-325A se usan en los circuitos de sondeo de las Centrales de Incendios FPA-1000-UL, D9024, D8024 y D10024A de Bosch Security Systems, Inc. Se comunican con el panel de control (alimentación y datos) a través de un circuito de sondeo de dos cables.

La dirección de la estación manual en el circuito de sondeo se establece mediante la programación de un microchip EEPROM. Es necesario usar el Programador de Dispositivos Analógicos D5070 para establecer la dirección.

Todos los edificios comerciales usan estaciones manuales. Estas estaciones manuales permiten que las personas evacuen el edificio al iniciar una alarma. La central de incendios identifica el punto de alarma en el circuito de sondeo y la palanca de alarma se bloquea en la posición al tirar.

ADA	Cumple los requisitos de la Ley sobre Ciudadanos Americanos Discapacitados (ADA: Americans with Disabilities Act) ADA 4.28.3
NFPA	Cumple la norma NFPA 72 de la National Fire Protection Association

#### Certificados y homologaciones

Región	Certificación
EE.UU.	UL UNIU: Boxes, Non-Coded (UL38) CSFM 7150-1615: 122

#### Planificación

##### Información sobre Compatibilidad

Los siguientes productos son compatibles con las Estaciones Manuales Analógicas serie FMM-325A:

Categoría	ID del Producto	Descripción del Producto
Paneles de Control:	FPA-1000-UL	Central de Incendios Compacta
	D8024	Central de Incendios Analógica
	D9024	Central de Incendios Analógica
	D10024A	Central de Incendios Analógica
Programadores:	D5070	Programador de Dispositivos Analógicos

##### Consideraciones sobre el Montaje

Las estaciones manuales FMM-325A están destinadas únicamente para su uso en interiores.

Las Estaciones Manuales Analógicas serie FMM-325A incorporan carcasas inyectadas para montaje empotrado en una caja de montaje de un sólo registro. Para el montaje en superficie, use la Caja Posterior para montaje en Superficie FMM-100BB-R.

#### Piezas incluidas

Cant.	Componente
1	Estación manual
1	Módulo de Punto de Contacto
1	Horquilla acrílica marcada FMM-100GR
1	Llave D102 (nº 1358)
1	Paquete de documentación

#### Especificaciones técnicas

##### Datos eléctricos

##### Corriente

Alarma:	28 mA
Sondeo:	22 mA $\pm$ 20%
En reposo:	0,35 mA típico

##### Tensión

Entrada:	24 VCC nominal
Operación:	17 VCC a 41 VCC

##### Consideraciones ambientales

Temperatura (operación):	De -10 °C a +49 °C (de +14 °F a +120 °F)
--------------------------	---

##### Características Mecánicas

Fuerza de Activación:	2,3 kg. (5 lb)
Dimensiones (Al. x An. x Pr.):	12,1 cm. x 8,1 cm. x 2,2 cm. (4,75 pulg. x 3,2 pulg. x 0,875 pulg.)
Material:	Metal fundido pintado

#### Información sobre pedidos

##### FMM-325A Estación de Accionamiento Manual de Accionamiento Simple FMM-325A

Se comunica con las centrales de incendios FPA-1000-UL, D9024, D8024 y D10024A (alimentación y datos) a través de un circuito de sondeo de dos cables

##### Estación de Accionamiento Manual de accionamiento doble FMM-325A-D FMM-325A-D

Se comunica con las centrales de incendios FPA-1000-UL, D9024, D8024 y D10024A (alimentación y datos) a través de un circuito de sondeo de dos cables

##### Accesorios de hardware

##### D102 Llave de repuesto D102

Llave de repuesto (nº 1358) para el cierre D101.

##### Caja Posterior para montaje en Superficie FMM-100BB-R (roja) FMM-100BB-R

Caja posterior roja en metal fundido

##### FMM-100GR Horquillas acrílicas marcadas FMM-100GR

Varillas acrílicas marcadas (12 por paquete)



# ANEXO 6

## FICHA TÉCNICA DE SIRENA/ESTROBO FHS-340 MIRCOM



SIRENA/ESTROBO PARA INTEMPERIE

FHS-340R-WP



### Características

- Listada UL1638, UL1971, UL464, CAN-ULC S526
- 12 VCD con 15, 35 o 60 cd configurable
- 24 VCD con 15, 35, 60, 75, 95 o 110 cd configurable
- Aplicaciones de Interior y Exterior
- 6 diferentes valores de Intensidad (Candela)
- Visor indicador de Candela
- Conforme a 15/75 ADA en 60 cd
- 33 sonidos configurables
- Sonido de Sirena o Campana
- Placa de Pre-cableado
- Placa de montaje Universal (caja rectangular simple y doble, octagonal o cuadrada de 4")
- Un solo tornillo de montaje

### Descripción

La Sirena/Estrobo FHS-340R-WP ofrece un amplio rango de intensidad de luz en un solo dispositivo. La selección de la intensidad puede ser de 15, 35 o 60 (75 en el eje) Candelas en 12 o 24 VCD; y de 75, 95 y 110 Candelas en 24 VCD. El valor seleccionado se muestra en un visor en el frente y la selección se hace mediante un selector tipo rueda. Los Estrobos pueden sincronizarse con un Panel con el protocolo de sincronización Mircom (Amseco) o con un módulo de sincronización SDM-240.

La configuración acústica incluye los patrones Temporal, No-Temporal, "March Time" y sonido de Campana. Además puede seleccionarse el volumen entre Bajo, Medio y Alto, para cada patrón y tono. Los tonos incluyen 2.400 Hz, Electromecánico, "Broadband".

La alimentación puede ser de Corriente Continua Regulada o Rectificada de Onda Completa (ROC), de 12 o 24 Voltios, con un rango de operación 8-33 VCD.

El dispositivo FHS-340R-WP utiliza una placa posterior de montaje universal que permite montar la base y realizar el conexionado. Luego se monta la Sirena/Estrobo a manera de bisagra desde la parte superior cubriendo completamente la placa, y se asegura con un tornillo. Esto permite ir colocando las bases y luego agregar los frentes una vez finalizada la obra.

El FHS-340R-WP esta listado para Interior y Exterior, y viene con su caja posterior adecuada para tal fin.

### Especificaciones de Ingeniería

El instalador proveerá e instalará la Sirena/Estrobo FHS-340R-WP. El Estrobo deberá tener seis (6) valores de candela. Estos serán seleccionables con un selector tipo rueda y su valor se mostrará en el visor del frente del dispositivo. La Sirena deberá tener 33 ajustes configurables mediante DIP switch. Podrá emitir patrones ANSI Temporal 3, "March Time", y sonido de Campana. Tendrá tres niveles de volumen. La Sirena/Estrobo funcionará con alimentación de 12 o 24 VCD regulada o rectificada de onda completa. Tendrá un rango de operación de 8 a 33 VCD. Los Estrobos se podrán sincronizar mediante un Panel con protocolo de sincronización Mircom (Amseco) o con el módulo de sincronización SDM-240. El dispositivo utilizará una placa de montaje que permitirá el preconexiónado. La placa de montaje será cubierta completamente por la Sirena/Estrobo, que se asegurará con un solo tornillo. Este equipo estará listado tanto para aplicaciones de Interior como de Exterior. El Estrobo será listado UL cumpliendo con los estándares 1638, Señalización General, y 1971, Dispositivos de Señalización para Personas con Discapacidad Auditiva. Además, los Estrobos serán listados C-UL para CAN-ULC S526. La Sirena será listada UL según estándar 464, Dispositivos de Señalización Audibles.

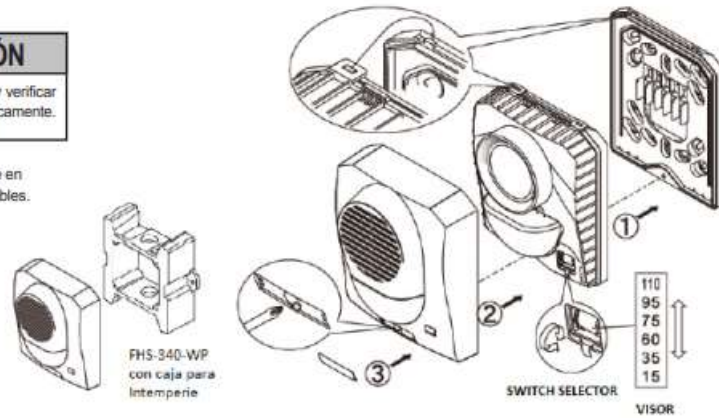


## Instalación

### PRECAUCIÓN

Se provee un jumper para probar y verificar cableado en modo Supervisión únicamente. No alimentar corriente al circuito.

**Nota:** La instalación debe realizarse en concordancia con las normas aplicables.

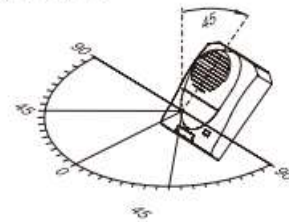
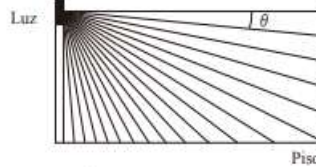


## Emisión de Luz

Emisión de Luz en porcentaje medida desde las direcciones siguientes según UL 1971.

Grados	% Variación	
	Horizontal	Vertical
0	100	100
5-25	90	90
30	75	90
35	75	65
40	75	46
45	75	34
50	55	27
55	45	22
60	40	18
65	35	16
70	35	15
75	30	13
80	30	12
85-90	25	12

Dispersión Vertical Montaje en Pared



### ATENCIÓN

Puede haber alta tensión en el interior del dispositivo aún cuando la alimentación no está conectada. Si es necesario acceder a la parte interna del mismo debe descargarse el capacitor tocando con un conductor ambos extremos del tubo del flash.

NO intente acceder al interior del dispositivo sin que haya sido descargado el capacitor mencionado.

## Especificaciones

### Corriente del Estrobo

Selección	Emisión de Luz	Máx. Corr. Eficaz de Operación (mA RMS)			
		Reg. 12 VCD	Reg. 12 ROC	Reg. 24 VCD	Reg. 24 ROC
1	15 cd	116	152	62	99
2	35 cd	209	267	102	152
3	60/75 cd	254	258	131	190
4	75 cd	NA	NA	146	208
5	95 cd	NA	NA	177	243
6	110 cd	NA	NA	196	268

Tensión	12/24V	
Designación UL	Regulada 12 DC/ROC	Regulada 24 DC/ROC
Rango de Tensión de Operación	8 - 17.5 V	16 - 33 V
Frecuencia del Flash	60 veces/min.	
Mód. Sinc. (SDM-240)	N/A	Disponible
Rango de Temperatura de Operación	Instalaciones de Interior: 32°F a 120°F (0°C to 49°C) Instalaciones de Exterior: -40°F a 151°F (-40°C to 66°C)	

## Configuración del Dipswitch

### Dipswitch de Sirena

#### Patrón

1 ON - No-Temporal

1 OFF - Temporal

2 = OFF - Ambos

1 and 2 ON = "March Time"

#### Tono

3 and 4 ON = 2400Hz

3 ON y 4 OFF = Electromecánico

3 y 4 OFF = Campana

3 OFF y 4 ON = "Broadband"

#### Volúmen

5 y 6 ON = Alto

5 ON y 6 OFF = Medio

5 y 6 OFF = Bajo

7 y 8 ON = Sirena/Estrobo en 2 cables

7 y 8 OFF = Sirena y Estrobo en 4 cables





## Especificaciones

### Corriente de Sirena No-Temporal

Patrón	Volumen	Máx. Corriente Eficaz de Operación (mA RMS)				Calificación dBA de Reverberancia UL464 (dBA @ 10 ft.)		Calificación dBA Anecoica CAN/ULC S525 (dBA @ 10 ft.)	
		Reg 12 VCD	Reg 12 ROC	Reg 24 VCD	Reg 24 ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC
2400 Hz	Alto	119	79	87	125	87	87	99	100
	Medio	44	46	28	74	82	82	94	96
	Bajo	30	30	18	41	79	80	92	92
Electro-Mecánica	Alto	118	77	81	121	86	87	100	100
	Medio	43	43	26	67	82	84	96	97
	Bajo	27	29	16	36	79	80	93	93
"Broadband"	Alto	146	125	78	148	86	86	101	102
	Medio	41	63	26	64	81	82	96	98
	Bajo	28	40	16	39	77	79	94	95
Campana	Alto	27	35	21	27	70	70	86	86
	Medio	11	15	8	13	62	62	79	80
	Bajo	9	11	7	12	58	57	75	75

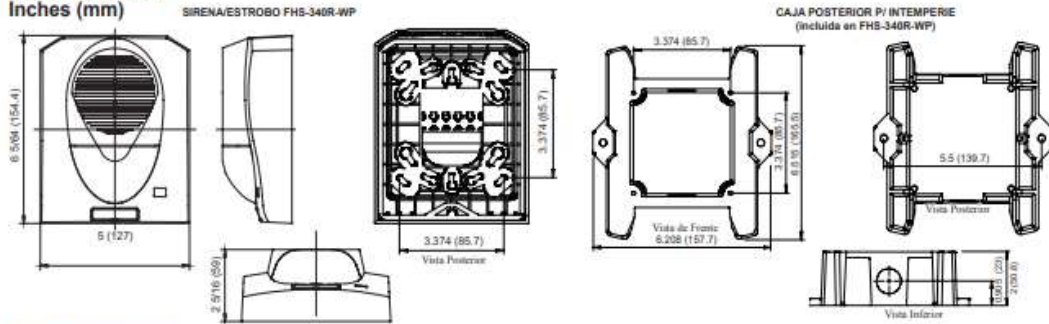
### Corriente de Sirena Temporal

Patrón	Volumen	Máx. Corriente Eficaz de Operación (mA RMS)				Calificación dBA de Reverberancia UL464 (dBA @ 10 ft.)		Calificación dBA Anecoica CAN/ULC S525 (dBA @ 10 ft.)	
		Reg 12 VCD	Reg 12 ROC	Reg 24 VCD	Reg 24 ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC
2400 Hz	Alto	124	70	87	132	82	82	100	100
	Medio	46	38	30	83	77	79	95	96
	Bajo	30	28	18	36	74	75	92	92
Electro-Mecánica	Alto	114	69	80	134	83	82	100	101
	Medio	42	40	27	67	78	80	95	96
	Bajo	28	27	16	36	75	76	93	93
Broadband	Alto	151	117	80	146	82	82	101	102
	Medio	45	59	26	73	77	78	97	98
	Bajo	30	42	16	31	75	76	94	95
Campana	Alto	29	35	21	28	68	70	86	86
	Medio	10	17	9	12	61	61	79	79
	Bajo	9	12	8	9	55	55	75	76

### Corriente de Sirena "March Time"

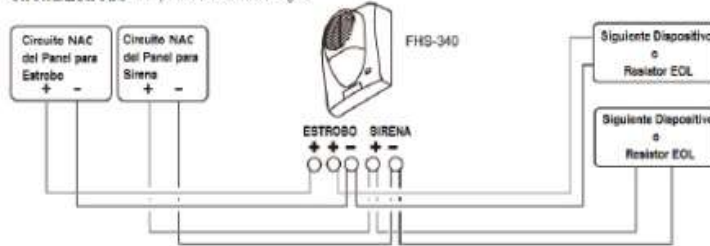
Pattern	Volume	Máx. Corriente Eficaz de Operación (mA RMS)				Calificación dBA de Reverberancia UL464 (dBA @ 10 ft.)		Calificación dBA Anecoica CAN/ULC S525 (dBA @ 10 ft.)	
		Reg 12 VCD	Reg 12 ROC	Reg 24 VCD	Reg 24 ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC	Reg 12 VCD/ROC	Reg 24 VCD/ROC
2400 Hz	Alto	121	70	92	132	83	84	99	100
	Medio	47	39	31	76	79	81	95	96
	Bajo	36	25	19	35	76	77	92	92
Electro-Mecánica	Alto	114	69	86	125	83	83	100	100
	Medio	42	37	27	67	80	81	95	96
	Bajo	30	26	19	37	77	77	92	93
Broadband	Alto	153	121	77	126	83	84	101	102
	Medio	42	55	28	56	79	80	97	98
	Bajo	29	42	16	26	76	77	94	95

## Dimensions Inches (mm)

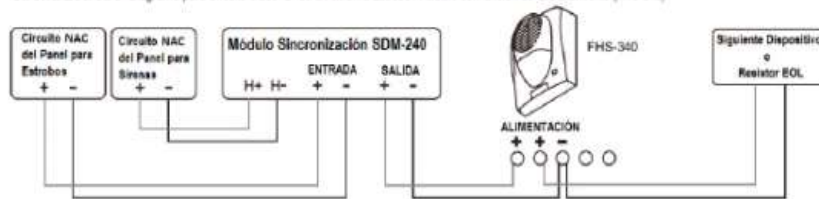


## Conexión

### Sirena/Estrobo Independientes en modo "Signal"



### Sirena/Estrobo Diagrama para Circuito Clase "B" de un sistema Estrobo / Audible con función de Silenciamiento (FHS-340)



### Sirena o Estrobo Diagrama para Circuito Clase "B" de un sistema Estrobo / Audible sin función de Silenciamiento



Para cableado en Clase "A" y otros cableados vease el manual del módulo SDM-240.

## Información para Pedido

Modelo	Descripción
FHS-340R-WP	Sirena/Estrobo de pared con caja para intemperie, Rojo.

# ANEXO 7

## CARACTERÍSTICAS CONDUCTOR LANPRO

### LP-FPL03XX

**Serie de Cables para alarmas de incendios tipo FPL, con conductores de cobre 100% sin blindaje, chaqueta CM colo rojo, UL: 60°C - 300V**

La Serie de cables para alarmas de incendios **LP-FPL03XX** tipo FPL, con conductores sólidos de cobre 100% y sin blindaje con chaqueta clasificada CM, UL: 60°C - 300V, vienen empacados en carretes de 1000ft listos para usarse según NEC como cables tipo FPL/FPLR para el cableado de circuitos de alarmas contra incendio, detectores de humo, alarmas antirrobo, y circuitos protectores contra incendios. Están fabricados con conductores sólidos de cobre 100% de alta calidad.

### Aplicaciones

Circuitos de señalización de protección contra incendios. También para detectores de humo, comunicaciones de voz, control de audio etc.

Alarmas de notificación, luces estroboscópicas, sirenas, estaciones de extracción de microprocesadores estaciones.

Sistemas de control direccionables.

Circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios.

Sistemas de supervisión de rociadores.

### B Construcción del cable

1	Conductor	Cobre Sólido 1.02±0.01mm (Cable entorchado opcional)	
2	Aislamiento	Polipropileno o LS	Espesor Min.: 0.20mm
			Espesor Nominal: 0.265mm
			Diámetro: 1.56±0.05mm
3	Núcleo del cable	Longitud promedio del tendido: ≤150mm	
		Composición: 2C, 4C	
4	Chaqueta	Color: Por requerimiento	
		Espesor Nominal: 0.40mm	
		Espesor Min.: 0.30mm	
		CM, CMR, Plenum o LSZH	
5	Ensamblado	Cable con hilo de rasgar y chaqueta	

### C Características Eléctricas

Ítem	Parámetro
Resistencia del conductor	≤22Ω/1000m
Resistencia del aislamiento	≥50MΩ.km
Voltaje hilo a hilo	DC 1.0KV/min
Resistencia desbalanceada	≤5.0%



## D Características Mecánicas

Conductor		
Resistencia a la tracción:	≥200MPa , Elongación: ≥15%	
Aislamiento		
Resistencia a la tracción:	≥10MPa, Elongación: ≥300% antes del envejecimiento	
	≥10MPa, Elongación: ≥100% después del envejecimiento	
Chaqueta		
Resistencia a la tracción:	≥10MPa, Elongación: ≥100% antes del envejecimiento	
	≥10MPa, Elongación: ≥100% después del envejecimiento (100±2°C, 168h)	
Variación de la elongación y de la resistencia a la tracción: ≤±20%		
Temperatura de Operación	60°C Opcional 75, 90 y 105°C	
Uso en exteriores	El modelo estándar es para interiores. Puede ser ordenado con protección solar UV de ser necesario.	
Número de hilos	Diámetro general Max.	Unidad
2C	4.2±0.5	1-2C
4C	5.0±0.5	1-4C

## E Código de Color

No.	Color de aislamiento
1	Negro
2	Rojo
3	Verde
4	Amarillo

Max. Actual Permitido (Amps)	Longitud Máxima en ft (m)		
	18 AWG	16 AWG	14 AWG
0.1	4,660 ft (1,420 m)	*6,000 ft (*1,828 m)	*6,000 ft (*1,828 m)
0.2	2,340 ft (713 m)	3,728 ft (1,126 m)	5,903 ft (1,799 m)
0.3	1,560 ft (475 m)	2,486 ft (757 m)	3,934 ft (1,199 m)
0.4	1,168 ft (356 m)	1,862 ft (567 m)	2,950 ft (899 m)
0.5	934 ft (284 m)	1,490 ft (454 m)	2,358 ft (718 m)
0.6	778 ft (237 m)	1,240 ft (377 m)	1,965 ft (598 m)
0.7	665 ft (202 m)	1,060 ft (323 m)	1,683 ft (512 m)
0.8	583 ft (177 m)	930 ft (283 m)	1,472 ft (448 m)
0.9	517 ft (157 m)	825 ft (251 m)	1,308 ft (398 m)
1.0 (Max.)	565 ft (172 m)	740 ft (225 m)	1,179 ft (359 m)

## ANEXO 8

### RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

### NFPA 25-2011

#### 1. Para mantenimiento de sistema de columna y mangueras.

Tabla 6.1.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras		
Ítem	Frecuencia	Referencia
<b>Inspección</b>		
Válvulas de control		Tabla 13.1
Dispositivos de control de presión		Tabla 13.1
Tuberías	Annual	62.1
Conexiones de mangueras		Tabla 13.1
Gabinetes	Annual	NFPA 1962
Manómetros	Semanal	6.2.2
Mangueras	Annual	NFPA 1962
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Annual	NFPA 1962
Boquillas de mangueras	Anualmente y después de cada uso	NFPA 1962
Aviso de información de diseño hidráulico	Annual	6.2.3
<b>Prueba</b>		
Dispositivos de flujo de agua		Tabla 13.1
Dispositivos de supervisión de válvulas		Tabla 13.1
Dispositivos de señal de supervisión(excepto interruptores de supervisión de válvulas)		Tabla 13.1
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Annual	NFPA 1962
Mangueras	5 años/ 3 años	NFPA 1962
Válvula de control de presión		Tabla 13.1
Válvula reductora de presión		Tabla 13.1
Prueba hidrostática	5 años	6.3.2
Prueba de flujo	5 años	6.3.1
Prueba de drenaje principal		Tabla 13.1
<b>Mantenimiento</b>		
Conexiones de mangueras	Annual	Tabla 6.1.2
Válvulas (todos los tipos)	Annual/cuando se requiera	Tabla 13.1

## 2. Para mantenimiento de tuberías:

Tabla 6.1.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras		
Ítem	Frecuencia	Referencia
<b>Inspección</b>		
Casetas de mangueras	Trimestral	7.2.2.7
Hidratantes (cilindro seco y de pared)	Anual y después de cada Operación	7.2.2.4
Boquillas monitoras	Semestral	7.2.2.6
Hidratantes (cilindro húmedo)	Anual y después de cada operación	7.2.2.5
Filtros en tuberías en tubería principal	Anual y después de cada gasto de flujo considerable	7.2.2.3
Tuberías (expuestas)	Annual	7.2.2.1
Tuberías (enterradas)	Ver 7.2.2.2	7.2.2.2
<b>Prueba</b>		
Boquillas monitoras	Fluir, anualmente (alcance y operación)	7.3.3
Hidratantes	Fluir, anualmente	7.3.2
Tuberías (expuestas y enterradas) (prueba de flujo)	5 años	7.3.1
Válvula de control de presión		Tabla 13.1
Válvula reductora de presión		Tabla 13.1
Prueba hidrostática	5 años	6.3.2
Prueba de flujo	5 años	6.3.1
Prueba de drenaje principal		Tabla 13.1
<b>Mantenimiento</b>		
Filtros en tuberías en tubería principal	Anual y después de cada Operación	7.2.2.3
Casetas de mangueras	Annual	7.2.2.7
Hidratantes	Annual	7.4.2
Boquillas monitoras	Annual	7.4.3

### 3. Para mantenimiento de bombas.

Tabla 8.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de bombas de incendio						
Completar según el caso	Inspección visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
<b>Equipo de Bombas</b>						
Lubricar los cojinetes			X			Anual
Revisar el juego de la extremidad del eje		X				Anual
Verificar exactitud de indicadores de presión (manómetros) y detectores		X	X			Anual (cambio o recalibrar cuando estén 5% descalibrados)
Revisar alineación de acoples		X				Anual
Filtros alineación de acoples		X		X		Después de cada operación de la bomba
<b>Transmisión mecánica</b>						
Lubricar acoples			X			Anual
Lubricar engranajes en ángulo recto			X			Anual
<b>Sistema eléctrico</b>						
Ejercitar el interruptor					X	Mensual
Disparar el cortacircuitos (si existe el mecanismo)					X	Anual
Accionar los medios manuales de arranque					X	Semestral
Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía)	X				X	Anual
Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario		X				Anual
Lubricar las piezas móviles (excepto los arranques y relevos)		X				Anual
Calibrar la graduación del interruptor automático de presión		X				Anual
Engrasar los cojinetes del motor			X			Anual
Exactitud voltímetro y amperímetro (5%)		X				Anual
Cualquier corrosión en tableros de circuitos impresos (PCB)	X					Anual
Cualquier aislamiento de cable/alambre agrietado	X					Anual
Cualquier filtración en partes de Plomería	X					Anual
Cualquier señal de agua en partes eléctricas	X					Anual
<b>Equipo de motor diesel</b>						
<i>Combustible</i>						
Nivel del tanque	X	X				Semanal
Interruptor de flotador del tanque	X				X	Semanal
Operación de la válvula solenoide	X				X	Semanal
Tamiz, filtro, o canal de sedimentos, o combinación de estos				X		Trimestral
Agua y materias extrañas en el tanque				X		Anual
Agua en el equipo		X		X		Semanal
Orificios en el tanque y tubería de desbordamiento		X			X	Anual
Tuberías	X					Anual

#### 4. Para mantenimiento de tanques de suministro de agua.

<b>Tabla 9.1.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua.</b>		
Ítem	Frecuencia	Referencia
<b>Inspección</b>		
Temperatura del agua – alarmas de baja temperatura conectadas a ubicación atendida permanentemente	Mensual	9.2.4.2
Temperatura del agua – alarmas de baja temperatura no conectadas a ubicación atendida permanentemente	Semanal	9.2.4.3
Sistema de calefacción – tanque con alarmas de baja temperatura supervisadas y conectadas a ubicación atendida permanentemente	Semanal*	9.2.3.1
Sistema de calefacción – tanque sin alarmas de baja temperatura supervisadas y conectadas a ubicación atendida permanentemente	Diaria*	9.2.3.2
Válvulas de control		Tabla 13.1
Nivel de agua – tanques equipados con alarmas de nivel de agua conectadas a ubicación atendida Permanentemente	Trimestral	9.2.2.1
Nivel de agua – tanques no equipados con alarmas de nivel de agua conectadas a ubicación atendida permanentemente	Mensual	9.2.1.2
Presión de aire – tanques con su fuente de presión de aire supervisada	Trimestral	9.2.2.1
Presión de aire – tanques sin su fuente de presión de aire supervisada	Mensual	9.2.2.2
Tanque exterior	Trimestral	9.2.5.1
Estructura portante	Trimestral	9.2.5.1
Pasarelas y escaleras	Trimestral	9.2.5.1
Área elevada	Trimestral	9.2.5.2
Tolvas y rejas	Annual	9.2.5.4
Pinturas / Recubrimientos	Annual	9.2.5.5
Juntas de expansion	Annual	9.2.5.3
Interior – tanques sin protección anticorrosiva	3 años	9.2.6.1.1
Interior – todos los otros tanques	5 años	9.2.6.1.2
Alarmas de temperatura – conectadas a ubicación atendida permanentemente	Mensual*	9.2.4.2
Alarmas de temperatura – no conectadas a ubicación atendida permanentemente	Semanal*	9.2.4.3
Válvulas de retención		Tabla 3.1
<b>Pruebas</b>		
Sistema de calefacción del tanque	Antes de estación fría	9.3.2
Alarmas de baja temperatura del agua	Mensual*	9.3.3
Interruptores de límite de alta temperatura	Mensual*	9.3.4
Alarmas de nivel de agua	Semestral	9.3.5
Indicadores de nivel	5 años	9.3.1
Manómetros	5 años	9.3.6
<b>Mantenimiento</b>		
Nivel de agua	-----	9.4.2
Válvulas de control	-----	Tabla 13.1
Depósito revestido con tela de soporte	-----	9.4.6
Válvulas de retención	-----	13.4.2.2
*Tiempo frío/solo estación de calefacción		

## 5. Para mantenimiento de válvulas.

<b>Tabla 13.1.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua.</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Inspección</b>		
<i>Válvulas de control</i>		
Selladas	Semanal	13.3.2.1
Cerradas	Mensual	13.3.2.1.1
Interruptores de manipulación	Mensual	13.3.2.1.1
<i>Válvulas de alarma</i>		
Exterior	Mensual	13.4.1.1
Inferior	5 años	13.4.1.2
Interruptores de manipulación	5 años	13.4.1.2
<i>Válvulas de retención</i>		
Interiores	5 años	13.4.2.1
<i>Válvulas de preacción/inundación</i>		
Encierro (en clima frío)	Diaria/semanal	13.4.3.1
Exterior	Mensual	13.4.3.1.6
Inferior	Annual/5 años	13.4.3.1.7
Filtros, tamices, orificios	5 años	13.4.3.1.8
<i>Válvulas de tubería seca/ dispositivos de apertura rápida</i>		
Manómetros	Semanal/mensual	13.4.4.1.2.4, 13.4.4.1.2.5
Encierro (en clima frío)	Diaria/semanal	13.4.4.1.1
Exterior	Mensual	13.4.4.1.4
Inferior	Semanal	13.4.4.1.5
Filtros, tamices, orificios	5 años	13.4.4.1.6
<i>Válvulas reductoras de presión y de seguridad</i>		
Sistemas de rociadores	Trimestral	13.5.1.1
Conexiones de mangueras	Annual	13.5.2.1
Soportes de mangueras	Annual	13.5.3.1
Bombas de incendio	Mensual*	9.3.4
<i>Conjuntos de prevención de reflujo</i>		
Presión reducida	Semanal/mensual	13.6.1
Detectores de presión reducida	Semanal/mensual	13.6.1
Conexiones de bomberos	Trimestral	13.7.1
<b>Prueba</b>		
<i>Drenajes principals</i>	Annual/trimestral	13.2.5, 13.2.51
<i>Alarmas de flujo de agua</i>	Trimestral/semestral	13.3.3.4 1.3.2.6
<i>Válvulas de control</i>		
Posición	Annual	13.3.3.1
Operación	Annual	13.3.3.1
Supervisión	Semestral	13.3.3.5

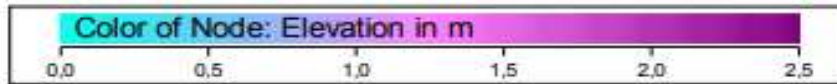
## 6. Posibles causas de problemas en bombas

Problemas de la bomba de incendio:	Succión				Bomba																	Motor y/o bomba					Motor										
	Aire arrastrado dentro de la conexión de succión a través de escapes	Conexión de succión obstruida	Bolsa de aire en el tubo de succión	Pozo desplomado o desalineación grave	Caja de empaquetadura muy ajustada o empaquetadura incorrectamente instalada, desgastada, defectuosa, muy ajustada, o del tipo incorrecto	Cierre hidráulico o tubo hacia el cierre obstruido	Escapa de aire dentro de la bomba a través de las cajas de empaquetadura	Rodete (impulsor) obstruido	Anillos d desgaste deteriorados	Rodete dañado	Rodete de diámetro incorrecto	Altura neía real menor que nominal	Empaquetadura de la caja defectuosa permitiendo filtración interna (bombas de una etapa o multi-etapa	El manómetro de presión esta sobre la carcasa de la bomba	Ajustes de rodete incorrecto (bomba de eje vertical tipo turbina solamente	Rodetes trabados	La bomba está congelada	Eje de la bomba o camisa del eje con muescas o incisiones, doblado deteriorado	Bomba no cebada	Anillo de cierre incorrectamente localizado en la caja de empaquetadura, evitando que el agua, entre al espacio para formar un sello	Exceso de fricción del cojinete debido a la falta de lubricación, desgaste, suciedad, óxido, daño, o instalación inadecuada	Elemento rotatorio se adhiere contra el elemento fijo	Bomba e impulsor desalineado	Asiento no es firme	Sistema de enfriamiento de la máquina obstruido	Rodete defectuoso	Falta de lubricación	Velocidad muy baja	Dirección de rotación errada	Velocidad muy alta	Voltaje nominal de motor diferente al voltaje de línea	Circuito eléctrico defectuoso, sistema de combustible obstruido, tubo de vapor obstruido, o batería muerta					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32					
Filtración excesiva en la caja de empaquetadura					x																																
Bomba o impulsor se recalientan				x	x	x		x			x				x			x	x	x			x	x	x					x	x	x					
La unidad de la bomba no arranca				x	x										x	x	X									x	x							x			
No hay descarga de agua	X	x	x					x											x																		
La bomba es ruidosa o vibra				x	x			x		x									x																		
Se requiere demasiada fuerza				x	x			x	x		x				x				x																		
Presión de descarga no constante para el mismo gpm	X				x	x	x																														
La bomba pierde succión después de arrancar	X	x	x																																		
Insuficiente descarga de agua	X	x	x			x	x	x	x	x	x		x		x																						
Presión de descarga muy baja para la descarga de gpm	X	x	x			x	x	x	x	x	x		x																								

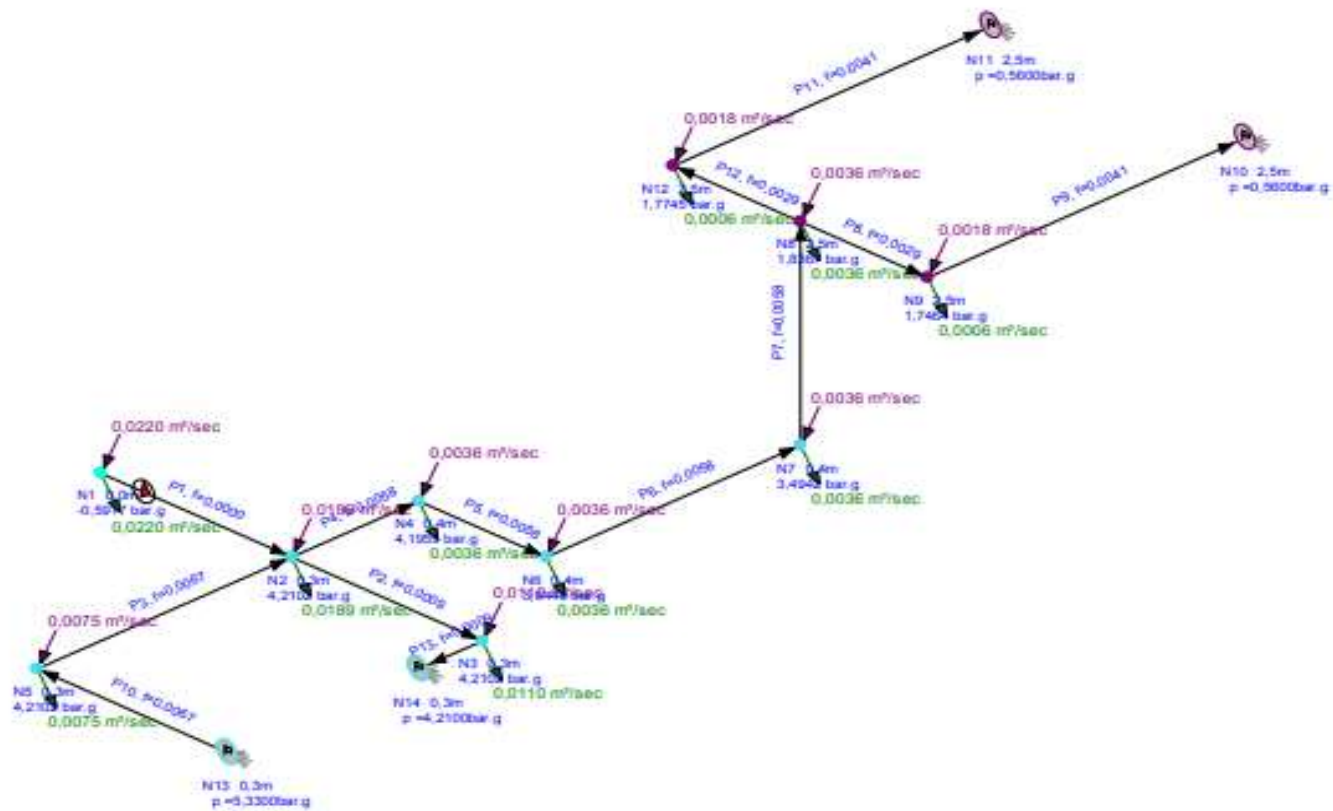
**ANEXO 9  
SIMULACIONES**

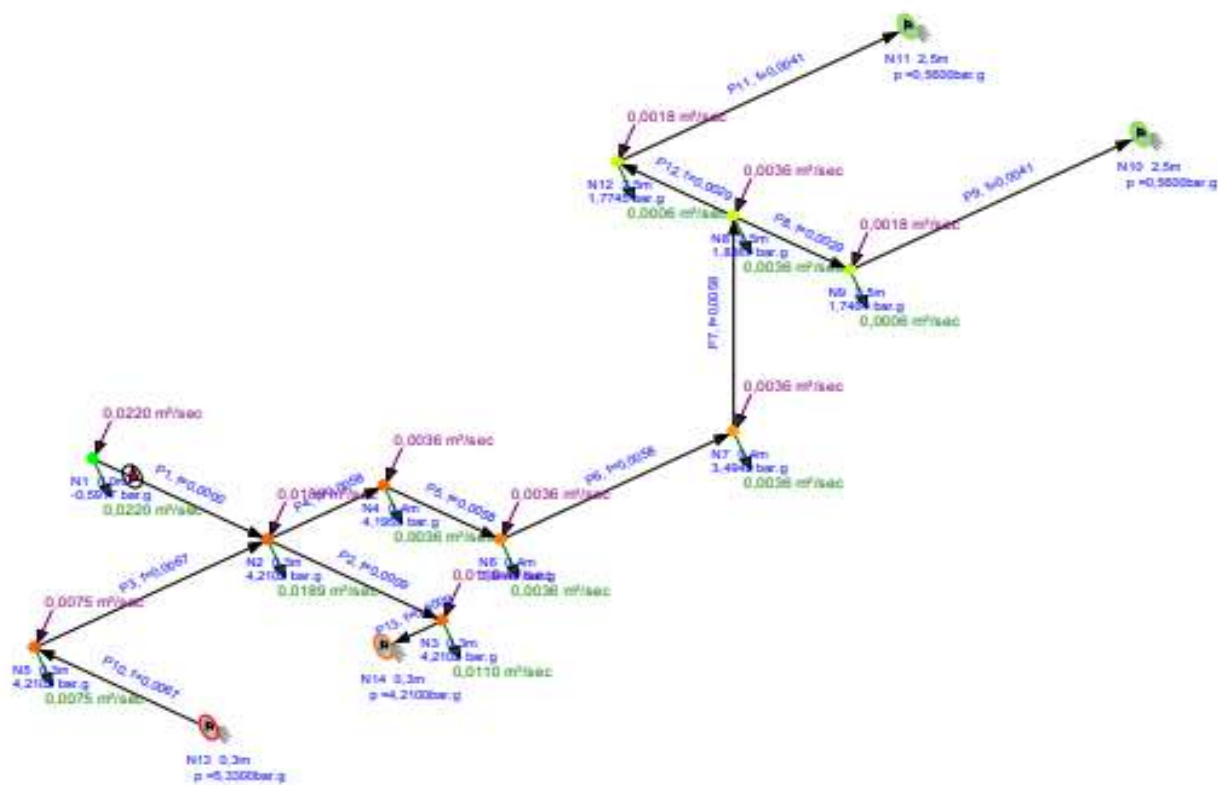


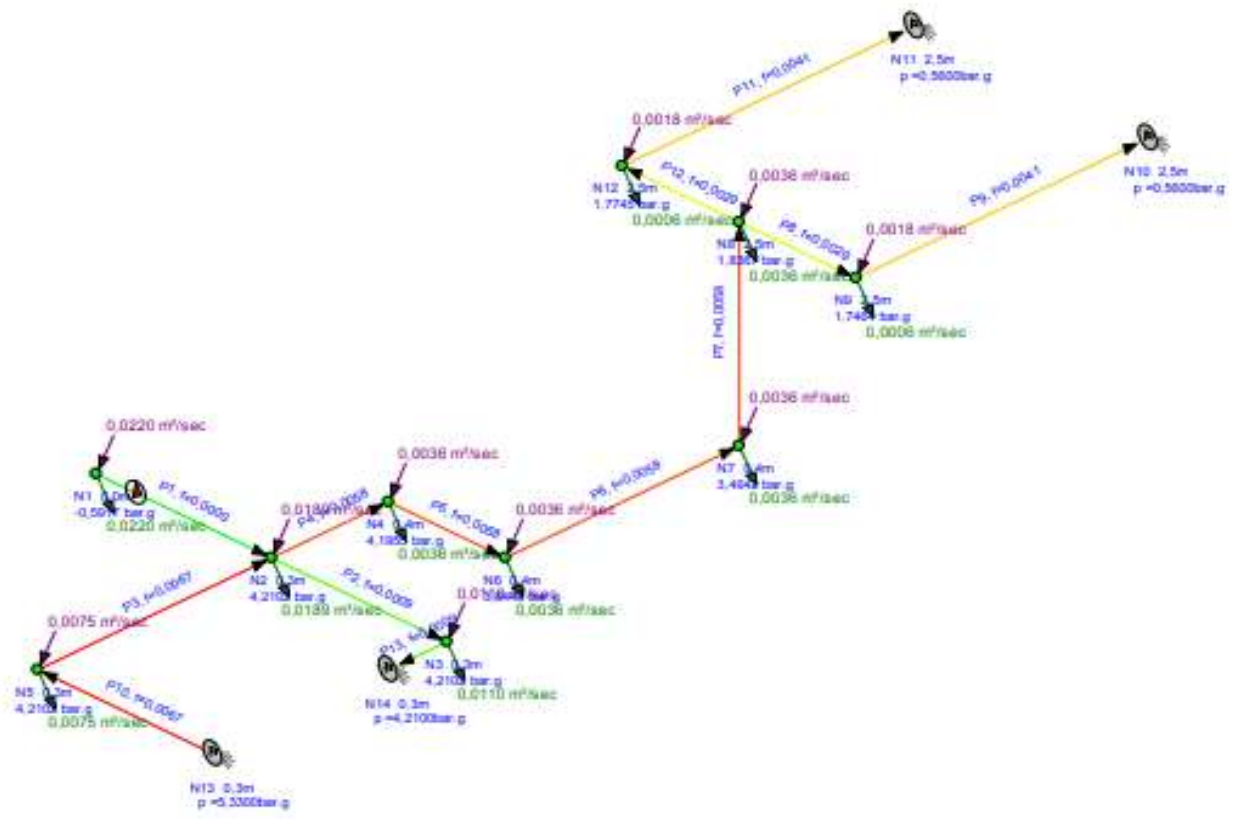


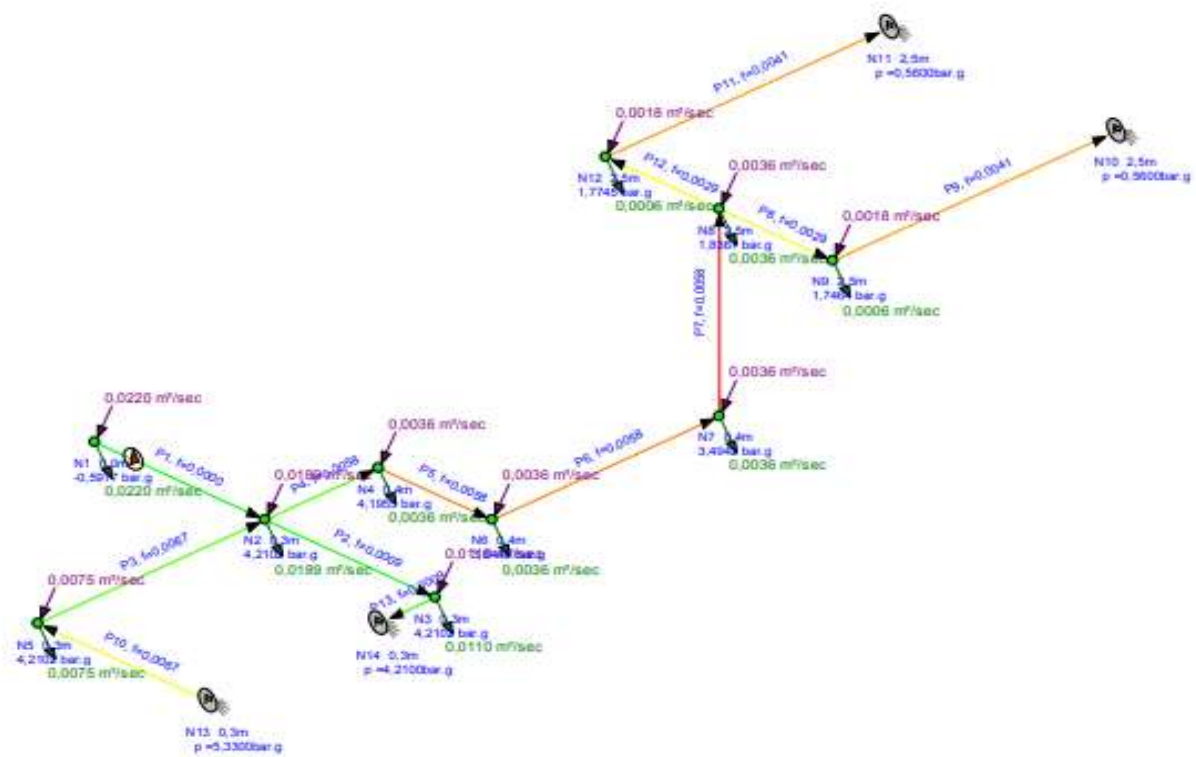


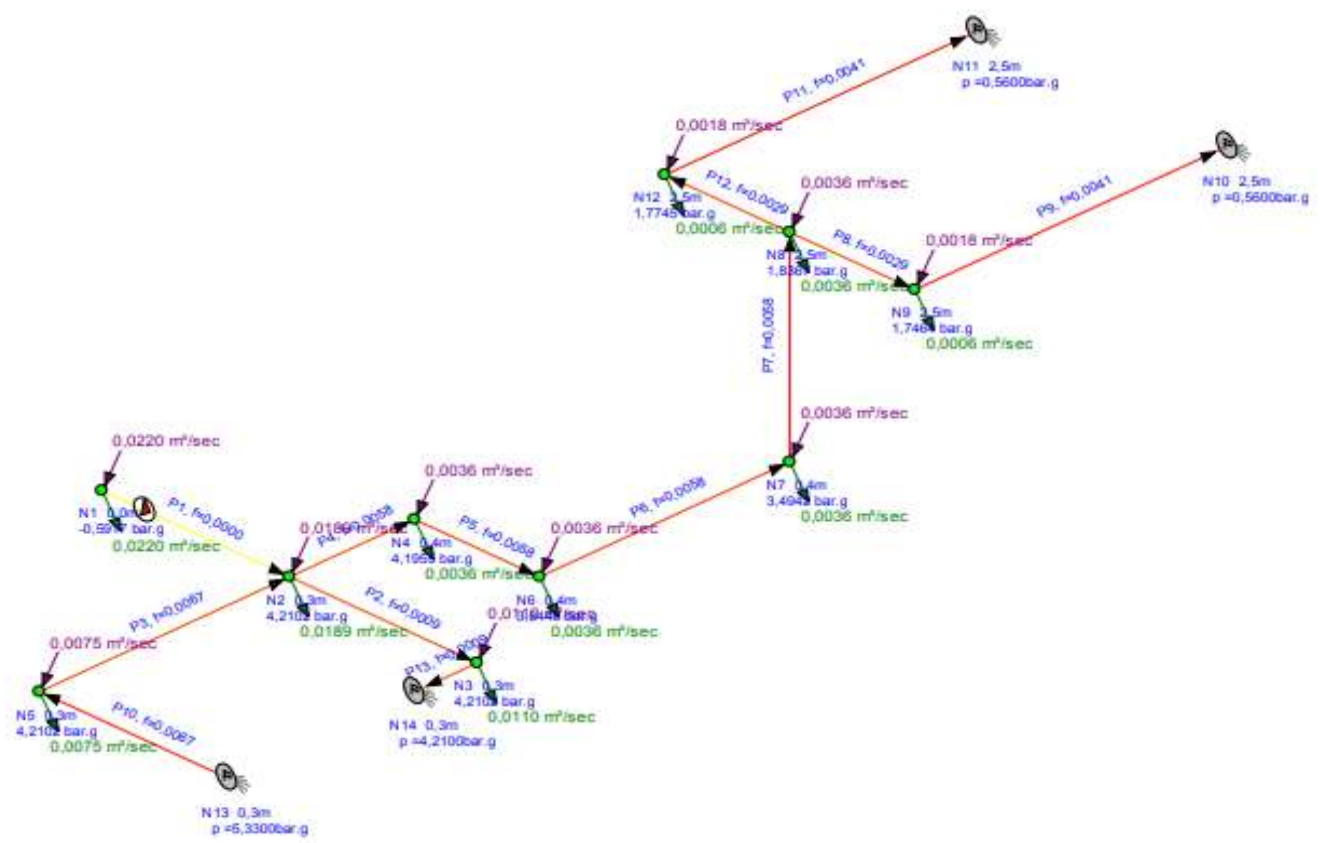
Pipe Flow Expert Results Key  
f = flow in m<sup>3</sup>/sec

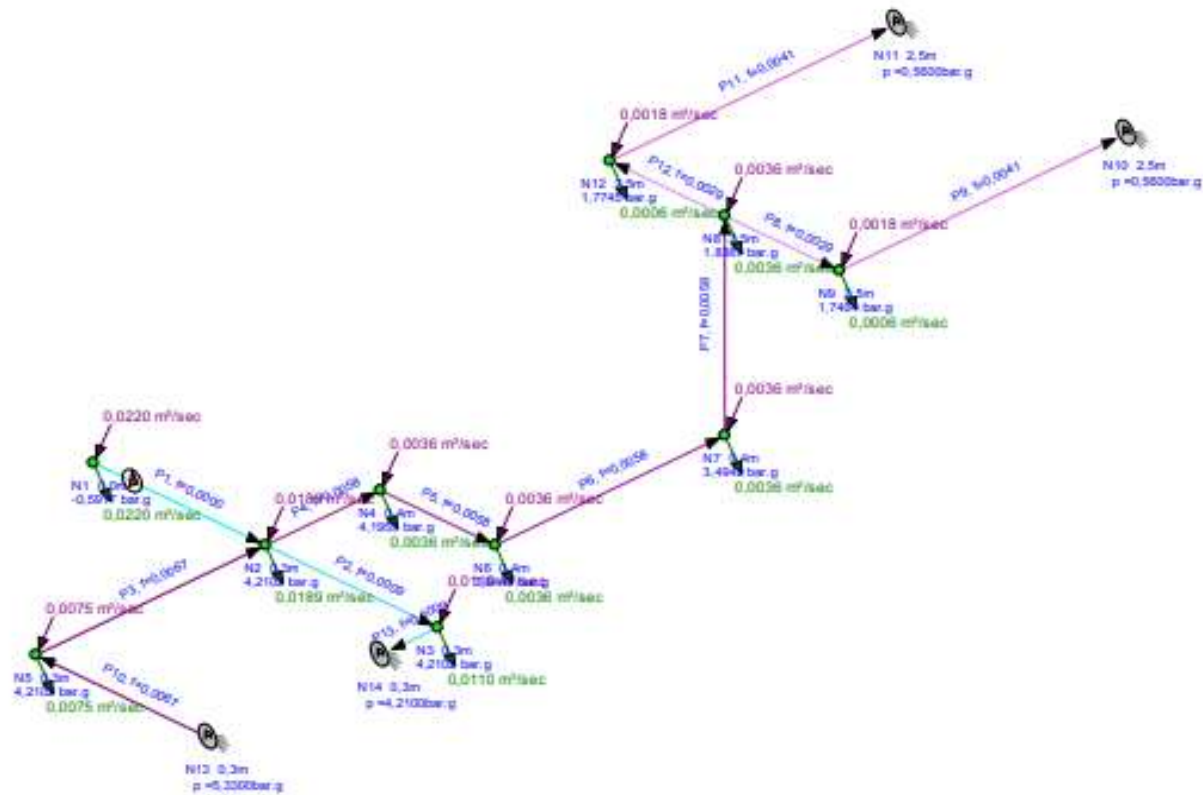
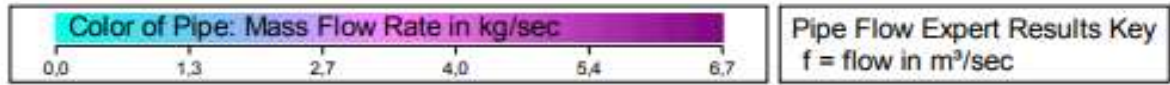


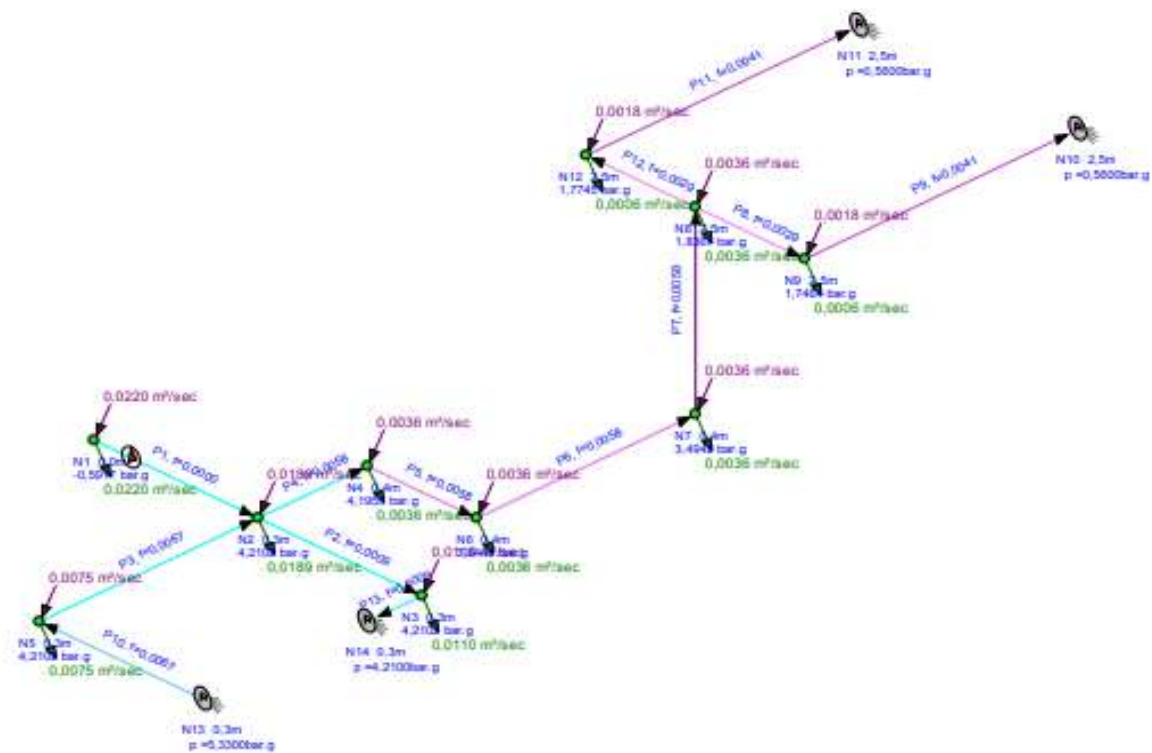
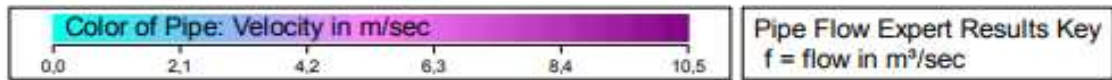












## Fluid Data

Zone	Fluid Name	Chemical Formula	Temperature °C	Pressure bar.g	Density kg/m³	Centistokes	Centipoise	Vapour Pressure bar.a	State
1	Water	H2O	20,000	0,0000	998,000	1,000	1,002	0,024000	Liquid

## Pump Data

Pipe Id	Pipe Name	Pump Name	Speed rpm	Pref. Op From m³/sec	Pref. Op To m³/sec	Flow In/Out m³/sec	Velocity m/sec	Suction Pressure bar.g	Discharge Pressure bar.g	Pump Head (+) m.hd Fluid	Pump NPSHr m.hd (absolute)	Pump NPSHa m.hd (absolute)	Pump Efficiency Percentage	Pump Power Kilowatts
1	P1	Pump	0	6,7960	11,0436	0,0000	0,000	-0,5917	4,2346	49,313	7,635	4,062 (Too Low - Cavitation may occur at the pump)	Not known	Not Known



## Pipe Data

Pipe Id	Pipe Name and Notes	Material	Inner Diameter mm	Roughness mm	Length m	Total K	Mass Flow kg/sec	Flow m <sup>3</sup> /sec	Velocity m/sec	Entry Pressure bar.g	Exit Pressure bar.g
1	P1	2-1/2" Steel (ANSI) Sch. 40	62,713	0,046	3,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	-0,5917	4,2102
2	P2	8" Steel (ANSI) Sch. 40	202,717	0,046	1,000	0,0000	0,8724	0,0009	0,027	4,2102	4,2102
3	P3	8" Steel (ANSI) Sch. 40	202,717	0,046	0,300	0,0000	6,6955	0,0067	0,208	4,2102	4,2102
4	P4	8" Steel (ANSI) Sch. 40	202,717	0,046	0,300	0,0000	5,8231	0,0058	0,181	4,2102	4,1955
5	P5	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	35,052	0,046	3,048	0,0000	5,8231	0,0058	* 6,047 (Flow Velocity is high)	4,1955	3,8448
6	P6	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	35,052	0,046	3,048	0,0000	5,8231	0,0058	* 6,047 (Flow Velocity is high)	3,8448	3,4942
7	P7	1" Steel (ANSI) Sch. 40	26,645	0,046	3,048	0,0000	5,8231	0,0058	* 10,464 (Flow Velocity is high)	3,4942	1,8367
8	P8	1" Steel (ANSI) Sch. 40	26,645	0,046	0,750	0,0000	2,8870	0,0029	* 5,188 (Flow Velocity is high)	1,8367	1,7464
9	P9	1" Steel (ANSI) Sch. 40	26,645	0,046	5,000	0,0000	4,0846	0,0041	* 7,340 (Flow Velocity is high)	1,7464	0,5600
10	P10	2-1/2" Steel (ANSI) Sch. 40	62,713	0,046	145,000	0,0000	6,6955	0,0067	2,172	5,3300	4,2102
11	P11	1" Steel (ANSI) Sch. 40	26,645	0,046	5,000	0,0000	4,1337	0,0041	* 7,428 (Flow Velocity is high)	1,7745	0,5600
12	P12	1" Steel (ANSI) Sch. 40	26,645	0,046	0,500	0,0000	2,9361	0,0029	* 5,276 (Flow Velocity is high)	1,8367	1,7745
13	P13	2-1/2" Steel (ANSI) Sch. 40	62,713	0,046	1,000	0,0000	0,8724	0,0009	0,283	4,2102	4,2100

## Node Data

Node Id	Node Type	Node	Elevation m	Liquid Level m	Surface Press. bar.g	Press. at Node bar.g	HGL at Node m.hd Fluid	Demand In m <sup>3</sup> /sec	Demand Out m <sup>3</sup> /sec	Total Flow In m <sup>3</sup> /sec	Total Flow Out m <sup>3</sup> /sec
1	Join Point	N1	0,000	N/A	N/A	-0,5917	-6,046	0,0220	0,0220	0,0220	0,0220
2	Join Point	N2	0,250	N/A	N/A	4,2102	43,268	0,0189	0,0189	0,0256	0,0256
3	Join Point	N3	0,250	N/A	N/A	4,2102	43,268	0,0110	0,0110	0,0119	0,0119
4	Join Point	N4	0,400	N/A	N/A	4,1955	43,268	0,0036	0,0036	0,0094	0,0094
5	Join Point	N5	0,250	N/A	N/A	4,2102	43,268	0,0075	0,0075	0,0142	0,0142
6	Join Point	N6	0,400	N/A	N/A	3,8448	39,685	0,0036	0,0036	0,0094	0,0094
7	Join Point	N7	0,400	N/A	N/A	3,4942	36,102	0,0036	0,0036	0,0094	0,0094
8	Join Point	N8	2,500	N/A	N/A	1,8367	21,267	0,0036	0,0036	0,0094	0,0094
9	Join Point	N9	2,500	N/A	N/A	1,7464	20,344	0,0018	0,0006	0,0047	0,0047
10	Demand Pressure	N10	2,500	N/A	0,5600	0,5600	8,222	N/A	N/A	0,0041	0,0000
11	Demand Pressure	N11	2,500	N/A	0,5600	0,5600	8,222	N/A	N/A	0,0041	0,0000
12	Join Point	N12	2,500	N/A	N/A	1,7745	20,631	0,0018	0,0006	0,0047	0,0047
13	Demand Pressure	N13	0,250	N/A	5,3300	5,3300	54,710	N/A	N/A	0,0000	0,0067
14	Demand Pressure	N14	0,250	N/A	4,2100	4,2100	43,266	N/A	N/A	0,0009	0,0000

## Energy Data

Pipe Id	Pipe Name	Energy Loss To Pipe Friction	Energy Loss To Pipe Fittings	Energy Loss To Pipe Components	Energy Loss To Pipe Control Valves	Energy Loss To Pump Inefficiency	SUBTOTAL Loss Pipe Items +Pump	Energy Loss To Discharge Pressure	Energy Loss To Change in Elevation	TOTAL USED Sum of All Items
		Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts	Kilowatts
1	P1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	Efficiency Not Specified	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	P2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	P3	0,000005	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,000005	0,000000	0,000000	0,000005
4	P4	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,000003	0,000000	0,008566	0,008569
5	P5	0,204598	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,204598	0,000000	0,000000	0,204598
6	P6	0,204598	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,204598	0,000000	0,000000	0,204598
7	P7	0,847170	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,847170	0,000000	0,119921	0,967091
8	P8	0,026134	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,026134	0,000000	0,000000	0,026134
9	P9	0,485562	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,485562	0,229196	0,000000	0,714758
10	P10	0,751273	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,751273	0,000000	0,000000	0,751273
11	P11	0,503037	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,503037	0,231951	0,000000	0,734988
12	P12	0,018310	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,018310	0,000000	0,000000	0,018310
13	P13	0,000016	0,000000	0,000000	0,000000	N/A	0,000016	0,368022	0,000000	0,368038

## **Urkund**

<https://secure.arkund.com/view/58389123-953424-731801>