



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial**

*Título: Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación*

*Title: Proposal for the automation of fire sprinkler system for paper reels in a printing and media company*

**Autores: Roberto Carlos Mendoza Peña**

**Director: Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado. Msc**

Guayaquil, noviembre de 2019

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA**

Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo técnico de titulación titulado “Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación”, nos corresponden exclusivamente a los autores.

---

Roberto Carlos Mendoza Peña

CI: 0922356266

**DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Quien suscribe, en calidad de autor de trabajo de titulación titulado “Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

---

Roberto Carlos Mendoza Peña

CI: 0922356266

## **DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Quien suscribe, en calidad de director de trabajo de titulación titulado “Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación”, desarrollado por el estudiante Roberto Carlos Mendoza Peña previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, al día 05 del mes de agosto del 2019

---

Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado, MSc.

Docente director del Proyecto Técnico

## DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo al Todopoderoso Jehová Dios, quien me guía en todo momento y que en su palabra me enseña “Solo se animoso y muy fuerte para que cuides de hacer conforme a toda la ley (...), para que actúes sabiamente adonde quieras que vayas. Este libro de la ley no debe apartarse de tu boca, y día y noche tienes que leer en el en voz baja, a fin de que cuides de hacer conforme a todo lo que está escrito en él; porque entonces tendrás éxito en tu camino y entonces actuaras sabiamente (Josué 1:7, 2019). También, a todos los que creyeron en mí, en especial a mis padres, familia, y amigos quienes son mi fortaleza para avanzar día a día en el cumplimiento de mis metas llenándome de motivación con su apoyo perseverante e incondicional.

Y a todos los maestros académicos de esta prestigiosa Universidad quienes aportaron directamente en mi formación profesional.

Roberto Carlos Mendoza Peña

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco inmensamente a Jehová Dios, y a su hijo Jesús los más grande maestros de mi vida, quien otorga sabiduría para alcanzar con éxito las metas propuestas. En ellos me guie con principios, valores morales y conocimiento a los estudios y amor a las matemáticas.

A mis amados padres y familiares por su esfuerzo, trabajo y dedicación constante para un único fin, darme la mejor educación para la realización exitosa de mi vida espiritual y profesional.

A mis maestros de las matemáticas, Máster Carlos Aguilera, Máster Ana Fabiola Terán, y al Doctor Pablo Parra por ser motivador y colaborador en el campo de la ciencia de las matemáticas e ingeniería aplicada que fundamenta las materias de la ingeniería industrial.

A mi amigo de trabajo Renan Alberto Solis Vera por su gran aporte y guía en obtener experiencia laboral que me permitió relacionar con mis estudios en el campo de la ingeniería.

A los Ingenieros German Valarezo Román, Eduardo Chávez, y José Bustamante Tamayo por la apertura y confianza para poder desarrollar este proyecto en la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN, y a todo el personal por su colaboración.

A todo el cuerpo directivo y docente de la Carrera de Ingeniería Industrial por el apoyo y conocimiento brindado durante mis años de estudio.

Roberto Carlos Mendoza Peña

## RESUMEN

La EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN por más de 98 años ha impreso medios de información comercial y noticias por medio de tinta, papel y otros componentes. La meta de estudio de esta investigación es que no cuenta con un sistema automático de rociadores contra incendio en la bodega 3 (DIARIA), donde se realiza las operaciones de bobinas para las rotativas GOSS y UNISSET con una frecuencia de todos los días del año. En este marco de información, el proyecto tiene el objetivo de evaluar, analizar y presentar una propuesta de diseño de la automatización de rociadores contra incendio con el soporte de la norma NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION), donde describe procedimientos técnicos para la instalación de los rociadores automáticos y sus accesorios para su propósito. Igualmente, con el soporte y actividades del BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL quien con los requisitos o permisos de funcionamientos para las funciones de las empresas han permitido la seguridad y tranquilidad en los bienes, personal y actividades de la bodega 3 en la empresa de comunicación (Bombero, 2019).

La investigación que se realizó de la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN cuenta con bodegas para almacenar sus materias prima y maquinarias, como es las bobinas de papel, los tanques de tintas, máquinas de impresión, repuestos y otros CIF (costos indirectos de fabricación). La empresa cuenta con un sistema contra incendio, pero con la necesidad de automatizar los equipos a rociadores automáticos con soporte a normas de instalación de estos componentes, e incorpóralos en las bodegas de almacén de bobinas. Otro motivo que la empresa está sujeta a instalar estos sistemas de protección por el BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL, donde le es factible la instalación de rociadores automáticos para beneficios y la seguridad del personal que realiza la transportación de los rodillos de papel desde la bodega 3 hasta las dos rotativas de impresión que cuenta con la empresa en jornadas de 24 horas.

## ABSTRACT

The PRINTING AND COMMUNICATION MEDIA COMPANY for more than 98 years has printed commercial information media and news through ink, paper and other components. The goal of studying this research is that it does not have an automatic system of fire sprinklers in the cellar 3 (DIARIA), where coil operations are performed for the GOSS and UNISSET rotary swings with a frequency of every day of the year. In this information framework, the project aims to evaluate, analyze and present a design proposal for fire sprinkler automation with the support of the NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) standard, where it describes procedures technicians for the installation of automatic sprinklers and their accessories for their purpose. Likewise, with the support and activities of the BENEMÉRITO BODY OF PUMP OF GUAYAQUIL who with the requirements or operating permits for the functions of the companies have allowed the security and tranquility in the goods, personnel and activities of the winery 3 communication company (Bombero, 2019).

The research carried out of the PRINTING AND COMMUNICATION MEDIA COMPANY has warehouses to store its raw materials and machinery, such as paper coils, ink tanks, printing machines, spare parts and other CIFs (indirect costs of manufacturing). The company has a fire system, but with the need to automate equipment to automatic sprinklers with support to installation standards of these components and incorporate them in the coil warehouse warehouses. Another reason that the company is subject to install these protection systems by the BENEMÉRITO BODY OF PUMP OF GUAYAQUIL, where it is feasible to install automatic sprinklers for benefits and the safety of the personnel who carry out the transport of the paper rollers from the cellar 3 to the two printing rotaries that the company has in 24-hour days.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**NFPA-13:** La Asociación Nacional de protección contra incendios (NFPA) es una norma que describe los requisitos mínimos para el diseño y la instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y de sistemas de rociadores para la protección contra la exposición al fuego incluidos en esta norma (NFPA, 2018).

**Sistema de Rociadores:** Es un sistema integrado por tuberías subterráneas y aéreas, diseñado de acuerdo con normas de ingeniería en protección contra incendios (6182-7, 2019).

**Incendio:** Fuego grande que destruye lo que no debería quemarse.

**Papel:** Hoja delgada hecha con pasta de fibras vegetales obtenidas de trapos, madera, paja, etc., molidas, blanqueadas y desleídas en agua, que se hace secar y endurecer por procedimientos especiales.

**Bomba (aspirante e impelente):** Máquina o artefacto para impulsar agua u otro líquido en una dirección determinada.

**Tubería:** Sistema de tubos empalmados para la conducción de fluidos.

**Caudal:** Cantidad de un fluido (galones y metros cúbicos) gasto que discurre en un determinado lugar por unidad de tiempo (Real Academia Española, 2018).

**Válvula:** Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema.

**Golpe de ariete:** Es un fenómeno que se produce en la dinámica del fluido al generarse variaciones de caudales y aumento de presión de forma brusca.

**Acople flexible para tuberías:** Acople o accesorio listado, que permite el desplazamiento axial, rotación y, por lo menos 1º de movimiento angular de la tubería sin provocar daño en la misma.

**Parámetro:** Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.

**Temperatura:** Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente, y cuya unidad en el sistema internacional es el kelvin (K) (Wikimedia, 2018).

**Área:** Superficie comprendida dentro de un perímetro.

**EPP:** Equipos de Protección Personal. Son todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.

**Seguridad laboral o del trabajo:** El conjunto de técnicas aplicadas en las áreas laborales que hacen posible la prevención de accidentes e incidentes trabajo y averías en los equipos e instalaciones (IESS, 2018).

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA</b>	<b>II</b>
<b>DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</b>	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Justificación</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Delimitación</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Delimitación Académica:</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Estructura organizacional de la empresa</b>	<b>5</b>
<b>1.5 Diagrama de procesos</b>	<b>6</b>
<b>1.5.1 Diagrama de proceso de impresión en papel</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Descripción del Problema</b>	<b>8</b>
<b>1.7 Objetivo de la investigación</b>	<b>9</b>
<b>1.7.1 Objetivo general</b>	<b>9</b>
<b>1.7.2 Objetivos específicos</b>	<b>9</b>
<b>1.8 Beneficiarios</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Fundamentación teórica</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Diseño del sistema de rociadores automáticos</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Clasificación de las ocupaciones y mercancías</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Componentes y accesorios del sistema</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Rociadores</b>	<b>17</b>
<b>2.5.1 Características de Temperatura</b>	<b>19</b>
<b>2.5.2 Área de cobertura de los rociadores</b>	<b>19</b>

2.5.3 Requisitos de posicionamiento, espaciado y ubicación de los rociadores ESFR	21
2.5.4 Tipos de rociadores	25
2.5.5 Características de descarga de los rociadores	26
2.6 Requisitos del sistema	26
2.6.1 Válvulas de supervisión y alarma	27
2.6.2 Sistemas de sujeción y soportes antisísmicos	28
2.6.3 Conexiones ranuradas	30
2.6.4 Válvulas de Control	30
2.6.4.1 Drenaje	30
2.6.5 Tuberías y Accesorios	31
2.6.6 Temperatura de control del agua	31
2.6.7 Letreros	32
2.7 Protección de almacenamiento de papel en rollos	32
2.8 Método catálogo de tuberías (PIPE SCHEDULE)	35
2.8.1 Demanda de agua	36
2.8.2 Tuberías	36
2.9 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	38
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>46</b>
1.1 Preliminares	46
1.1.1 Propósitos	46
1.1.2 Alcance.	46
1.1.3 Normas y Códigos.	46
3.2 Estudio técnico	46
3.2.1 Premisa de diseño.	46
3.2.2 Condiciones de diseño.	47
3.2.3 Descripción del sistema.	48
3.3 Cálculos.	48
3.3 Proyección económica para la implementación	54
3.4.2 NORMA NFPA 13, Capítulo 19 – Protección de papel en rollos	55
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>58</b>
4.1 Caracterización de los productos y procesos.	58

4.1.1 Caracterización de los productos.	58
4.1.2 Resumen de cálculo.	60
<b>4.1.4 Diagrama del área de diseño: BODEGA DIARIA</b>	<b>62</b>
<b>4.1.5 Plano – Bodega DIARIA de la empresa</b>	<b>64</b>
<b>4.1.6 Análisis hidráulico para la BODEGA DIARIA</b>	<b>66</b>
<b>4.1.7 Análisis Hidráulico para: Bodega DIARIA</b>	<b>67</b>
<b>4.1.8 Información de cálculos hidráulico</b>	<b>68</b>
<b>Path No: 1</b>	<b>89</b>
<b>4.1.7 Cronograma de procesos</b>	<b>104</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>114</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 Croquis de la Empresa de impresión (Maps, 2019)</b> .....	5
<b>Figura 2 Diagrama de proceso para la impresión de información en papel periódico (Carrión, 2015)</b> .....	8
<b>Figura 3 Curva de densidad área (13, 2019)</b> .....	14
<b>Figura 5 Patrón de descarga de un rociador pulverizador normalizado</b> .....	20
<b>Figura 6 Componentes y datos técnicos de trabajo de un rociador ESFR K14</b> .....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Estructura organizacional y de producción de la Empresa</b> .....	5
<b>Tabla 2 Asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua</b> .....	13
<b>Tabla 3 Requisito de demanda de agua por tabla de tuberías</b> .....	14
<b>Tabla 4 Ocupaciones de riesgos</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 5 Identificación de las características de descarga de los rociadores</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 6 Certificación de temperatura, clasificaciones y codificaciones por color</b> .....	19
<b>Tabla 7 Áreas de coberturas para rociadores estándar</b> .....	20
<b>Tabla 8 Posicionamiento de los rociadores ESFR para evitar las obstrucciones a la descarga</b> .	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 9 Área protegida y espaciamiento máximo para rociadores ESFR</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 10 Identificación de las características de descarga de los rociadores</b> .....	Error! Bookmark not defined.

<b>Tabla 11</b> <i>Distancia máxima entre soportes (pies – pulgadas)</i> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 12</b> <i>Dimensiones de drenaje</i> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 13</b> <i>Criterios de protección de rociadores con modo de control densidad/área para el almacenamiento de papel en rollos para edificios y estructuras con techos y cielo rasos de hasta 30 pies (la densidad de descarga se expresa en GPM/ft<sup>2</sup> para ft<sup>2</sup>)</i> ....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 14</b> <i>Criterios de protección de rociadores con modo de control densidad/área para el almacenamiento de papel en rollos para edificios y estructuras con techos y cielo rasos de hasta 9.1 metros (la densidad de descarga se expresa en mm/min para m<sup>2</sup>)</i> ....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 15</b> <i>Rociadores ESFR para la protección de almacenamiento de papel en rollos (Máxima altura permitida del almacenamiento)</i> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 16</b> <i>Dimensiones de tubería CEDULA 20, 40 y 80 para conducción de fluidos</i>	Error! Bookmark not defined.
<b>Tabla 17</b> <i>Rociadores ESFR para la Protección de Almacenamiento de Papel en rollos (Máxima Altura Permitida del Almacenamiento)</i> .....	56

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en una “EMPRESA DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN”, la cual se dedica a la impresión de productos y secciones de información para mantener informado a los lectores, documentos tales como el periódico, revistas, fascículos y otros medios de comunicación.

La materia de estudio central de esta investigación es diseñar el sistema automático de rociadores contra incendio para una bodega que contiene 100.000,00 kilogramos de papel en formato bobina, y que representa más de \$500.000,00 en materia prima, y sobre todo que es un área dinámica en la producción de la empresa. En esta bodega se prepara las bobinas de papel para la impresión en cada una de las rotativas (GOSS & UNISSET), donde son preparadas en sectores de distribución para la preparación del producto. También donde muchos trabajadores directos e indirectos de la empresa realizan diversas funciones para la producción mencionada, y de esta forma sería la seguridad del personal.

La bodega 3 (DIARIA) no cuenta con este sistema automático contra incendio para un caso en que no cuente con el personal que manipule o reaccione ante un conato de incendio, pero si tiene equipos manuales como tanques CO<sub>2</sub>, hidratantes, y una cabina contra incendio con manguera de 1” ½” (presión de trabajo 125 PSI), para que los trabajadores o brigadistas respondan en un conato de incendio. La finalidad de esta mejora es salvaguardar los bienes y la vida del personal de la empresa, en función a la producción donde se genera principal los bienes de la institución.

Este proyecto consta de cuatro capítulos los cuales detallan cada uno de los pasos a realizar para definir la mejor solución posible para la instalación del sistema automático de rociadores contra incendio con la utilidad de la norma NFPA-13.

En el capítulo I, se realiza un análisis del problema de la investigación, en el cual se da a conocer todos los detalles de las diferentes operaciones que se realizan dentro del proceso productivo de la empresa y se concluye que la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN, es factible la instalación de un sistema automático de rociadores.

En el capítulo II, se describe todo lo relacionado a la fundamentación teórica que se utiliza para realizar este proyecto de investigación, con el uso de normativas y estatutos que están relacionados con la seguridad industrial de los sistemas contra incendio, todo esto con el objetivo de presentar una propuesta con los mejores fundamentos teóricos y con el mayor alcance posible a los problemas encontrados.

En el capítulo III, se realiza el análisis del marco metodológico, en el cual se plantean las diferentes herramientas que se utilizaron para obtener la información base del estudio de instalación para sistemas de rociadores, de esta manera identificar los diversos problemas que existen dentro de la seguridad industrial que salvaguarda los bienes e influiría negativamente en la producción y administración de la impresión.



En el capítulo IV mediante los cálculos, tablas de accesorios, el software SPRINKCAD, y la guía de la norma NFPA 13 (norma para instalación de sistemas de rociadores), para realizar la instalación de los equipos, accesorios y funcionamientos que conforman el sistema el sistema de rociadores en el espacio físico disponible y cuantificar las mejoras acordes a los resultados obtenidos.

En las conclusiones, recomendaciones, fuentes bibliográficas y anexos que engloban cada uno de los aspectos involucrados en la elaboración del proyecto técnico de titulación desarrollado.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA**

### **1.1 Antecedentes**

La EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN, es una empresa que se ubica en la ciudad de Guayaquil, parroquia Ximena perteneciente a la provincia de Guayas. La planta se dedica a la impresión de medios de comunicación por periódicos y papeles especiales para los lectores.

La EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN ha ido de la mano con los cambios tecnológicos y periodísticos en estos 98 años de vida pública en Ecuador. Cambios que han exigido variantes en su infraestructura. Una de ellas ha sido la de su sede. En 9 décadas, el Diario se ha producido en cuatro locales distintos, cada uno adecuado a su tiempo y a su realidad. En la actualidad los productos de calidad comerciales y el diario el periódico se imprime en la avenida Domingo Comín y Ernesto Albán, al sur de la urbe, lugar estratégico para la distribución y comercialización de los productos (C.A., / Quienes somos, 2018).

### **1.2 Justificación**

La EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN ha experimentado varios cambios en sus edificios o áreas de producción debido a factores de seguridad exigido por benemérito cuerpo de bomberos, por la aplicación de negocios como el alquiler de sus bodegas (10 unidades) para usos varios, los bienes como materia prima, y por la seguridad de los trabajadores. Estos cambios a favor de las metas económicas de la empresa, que ha permitido ser mejor y más competitivo en el mercado del Ecuador. Por tal creciente y oportunidades que se manifiesta en la producción, y uso de las bodegas es factible la implementación de sistemas automáticos de seguridad industrial, y con las guías que indican las normas de seguridad.

La empresa se dedica por más de 98 años a la impresión y distribución de periódicos y medios de comunicación comerciales (el periódico EL UNIVERSO, SUPER, QUE, La Revista, Mi Mundo, Clasificados, Sambo, Motores, “E” especial, y otros suplementos) por todo el país. También cuenta con el servicio de exportación a los diferentes países que con el uso de la plataforma WEB pueden estar informados de los productos y promociones (C.A., EL UNIVERSO, 2018).

Las áreas de cada bodega son aproximadamente de 1440 metros cuadrados, y cuentan con todos servicios básicos, sistemas eléctricos, y con el mantenimiento programado por mes. Y la utilidad es dinámica en todas las bodegas por uso industrial y por el alquiler que se les da otras empresas para el almacenaje de sus diversos productos. Por tal razón le es factible la automatización y mejoras de un sistema automático de rociadores contra incendio, que a lo largo de su historia de producción lo requiere para proteger sus bienes y la seguridad de personal directo e indirecto.

### **1.3 Delimitación**

La delimitación del proyecto se ejecuta en la bodega 3 (bodega DIARIA) donde el estudio que se realizó para la factibilidad del sistema automático de rociadores. El área de la bodega 3 es de 1440 metros cuadrados, y es más grande que las otras por la dinámica que tiene cuando distribuye la materia prima para las rotativas al momento de impresión. Dentro de la delimitación se consideran los siguientes aspectos:

Área de estudio: Sistema de seguridad de la planta.

Aspectos por considerar:

- Procesos productivos del área de la bodega 3.
- Administración y seguridad de los procesos.
- Equipos de seguridad para sistemas contra incendio.
- Validación de Mejoras.

El Proyecto Operación de la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN, ubicada en la Parroquia Ximena, Av. Domingo Comín 309, Cantón Guayaquil, provincia del Guayas, genera plazas de trabajo y mejora la calidad de vida.

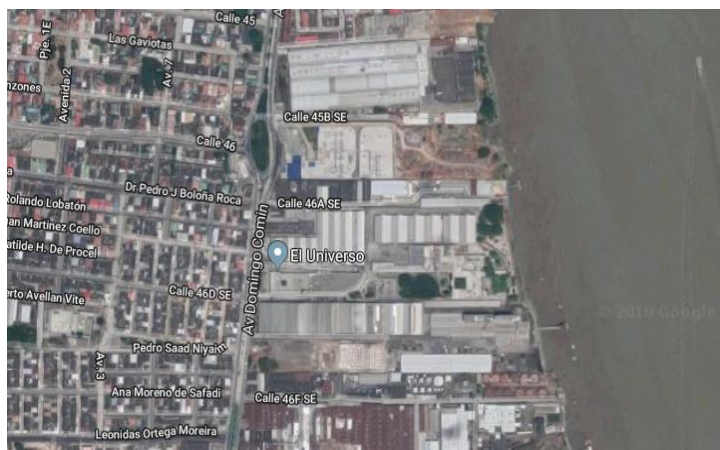
#### **1.3.1 Delimitación Académica:**

Para la realización de este proyecto técnico fueron necesarios los conocimientos adquiridos en las siguientes materias de la malla de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil.

- Termodinámica y Transferencia de fluidos.
- Técnicas de investigación.
- Mantenimiento y Seguridad Industrial.
- Ingeniería en resistencia de materiales.
- Dinámica y Estática en ingeniería mecánica.
- Energía y Medio Ambiente.
- Estrategias de Manufactura.

#### **1.3.2 Delimitación Temporal:**

La propuesta del proyecto técnico fue desarrollada entre el 20 de diciembre del 2018 al 05 de agosto del 2019.



**Figura 1** Croquis de la Empresa de impresión (Maps, 2019)

#### 1.4 Estructura organizacional de la empresa

La planta trabaja con un número de más 430 personas por turno, el primer turno en horario de 07h00 a 19h00 laboran 320 personas y en el segundo de 19h00 a 07h00 solo 110 personas, como se distribuye en las áreas, como se muestra en la Tabla 1.

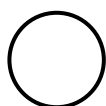
AREAS DE COMPAÑÍA ANONIMA EL UNIVERSO	
Area de Producción	Pre-prensa
	Imprenta
	Inserción y despacho
	Optativos
	Mantenimiento
	Prensa
	Bodega
Area de Almacenamiento	Bodega de Almacenamiento de Materia Prima
	Bodega de Uso Diario
	Bodega de Productos Químicos
	Bodega de Desperdicios
	Bodega de Optativos
	Bodega Almacenamiento Residuos Peligrosos e hidrocarburos
Area de Servicios Auxiliares	Sistema de Aire Acondicionado
	Generadores de Energía Eléctrica
	Sistema de Osmosis Inversa
	Tratamiento de Aguas Residuales
	Comedor
Dispensario médico	
Area Administrativa	Redacción
	Administrativo
	Sistemas

**Tabla 1** Estructura organizacional y de producción de la Empresa (Carrión, 2015)

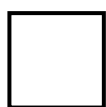
## 1.5 Diagrama de proceso

Los diagramas de procesos usan formas espaciales para representar diferentes tipos de acciones o pasos en un proceso. Las líneas y flechas muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos, por ejemplo, en una empresa de impresión por papel. Un diagrama de flujo puede contener símbolos de entradas y salidas para los diferentes procesos de producción en las fábricas.

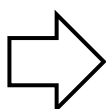
Lista de símbolos utilizados en diagramas de flujo más comunes en los procesos de producción para empresas de impresión son;



**Operación:** Indica cuando un producto está siendo modificado en sus características, se está creando, modificando, analizando o arreglando algo.



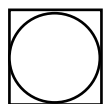
**Inspección:** Se produce cuando los artículos son comprobados, verificados, revisados o examinados en relación con la calidad y cantidad, sin que sufra ningún cambio.



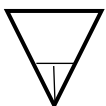
**Transporte:** Es el movimiento del producto en proceso de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.



**Retardo:** Ocurre cuando se interfiere con el flujo normal del proceso.



**Actividad combinada:** Indica que existe en el mismo lugar de trabajo actividades de operación e inspección por el mismo operador.



**Almacenamiento temporal:** Consiste en un lugar físico dispuesto para uso temporal. Depende de la naturaleza de la producción.



**Almacenamiento:** El almacenamiento se produce cuando un producto o grupo de ellos permanece en un sitio sin existir movimientos muy frecuentes o diarios.

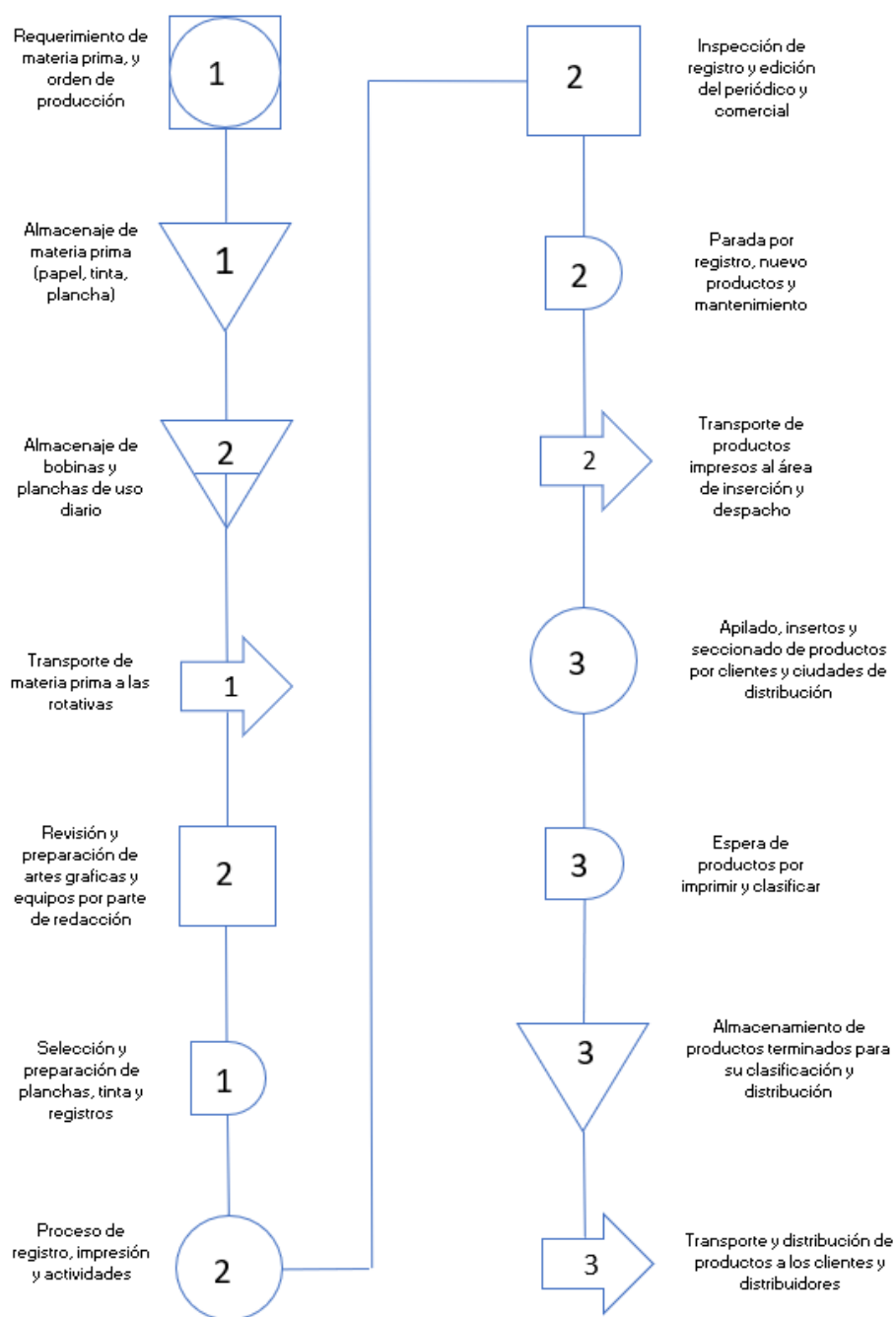
Los símbolos para diagramas de procesos permitirán entender la entrada, y salida de los procesos de los productos, en este estudio ayudara entender el proceso de impresión de los periódicos.

### **1.5.1 Diagrama de proceso de impresión en papel**

El proceso para imprimir información en papel tiene que cumplir y ser aprobado por el área de redacción y preparación artes gráficas, que permite la coordinación y orden de materia prima para el proceso de los diferentes productos a imprimir. También se prepara el mantenimiento de las maquinas, la inspección de la cantidad de tinta (negra, azul, roja, y amarilla) en kilogramos que se utilizara, el “PORTA-PLANCHAS” de las planchas que serán instaladas en las rotativas de impresión.

Las operaciones que conforman el diagrama de proceso son las siguientes;

1. Requerimiento de materia prima, y orden de producción
2. Almacenaje de materia prima (papel, tinta, y plancha)
3. Almacenaje de bobinas y planchas de uso diario
4. Transporte de materia prima a las rotativas
5. Revisión y preparación de artes gráficas y equipos por parte de redacción
6. Selección y preparación de planchas, tintas y registros.
7. Proceso de registro, impresión y actividades
8. Inspección de registro y edición del periódico y comercial
9. Parada por registro, nuevo productos y mantenimiento
10. Transporte de productos impresos al área de inserción y despacho
11. Apilado, insertos, y seccionado de productos por clientes y ciudades de distribución
12. Espera de productos por imprimir y clasificar
13. Almacenamiento de productos terminados para su clasificación y distribución
14. Transporte y distribución de productos a los clientes y distribuidores



**Figura 2** Diagrama de proceso para la impresión de información en papel periódico (Carrión, 2015)

### 1.6 Descripción del Problema

La EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN cuenta con bodegas y áreas de almacenaje de bobinas de papel, posee sistema manual contra incendio como son los extintores, hidrantes y gabinetes con accesorios. Pero no cuenta con un sistema automático de rociadores para contra incendio que permita extinguir

un conato contra incendio, en caso de que no sea útil los sistemas manuales que se encuentra en la bodega 3 (Diaria).

En la investigación se logró determinar la factibilidad de automatizar la seguridad de los bienes y del personal de la empresa. En el estudio técnico de seguridad, se encontró que los daños pueden ocasionar más de \$580.250,00 ( $\$0.55 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot 1055 \text{ unidades}$ ) en materia prima o bobinas de papel, esta área representa una gran importancia para la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN, debido que en ella transita la materia prima (bobinas de papel) a las máquinas de impresión o rotativas de impresión en su producción.

La empresa está sujeta a cumplir con los requisitos establecidos en el mandato legal ecuatoriano para la instalación de rociadores contra incendio, para prevalecer la seguridad y los bienes para poder brindar productos de mejor calidad en el tiempo oportuno. Por este motivo el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil considera factible el diseño de sistemas rociadores automáticos para la bodega 3, y con las mejoras de la tecnología los costos sean menores por su factibilidad de instalación.

## **1.7 Objetivo de la investigación**

Los objetivos de la investigación se enuncian a continuación:

### **1.7.1 Objetivo general**

Realizar una propuesta para la automatización del sistema de rociadores de agua para bobinas de papel en la bodega 3 (Diaria), que permita cumplir la norma NFPA-13 (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) con rociadores automáticos de supresión temprana y respuesta rápida ESFR.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- 1 Diagnosticar la situación actual de la bodega de las bobinas de papel de acuerdo con los requisitos exigidos por la norma NFPA-13.
- 2 Diseñar las condiciones de cálculo bajo los cuales se determinará el sistema de rociadores automáticos.
- 3 Desarrollar un Cronograma para la implementación del sistema e Instalación de rociadores automáticos.
- 4 Establecer una proyección económica del impacto a nivel económico que tendría la empresa la propuesta de un sistema de seguridad de rociadores automáticos contra incendio.



## 1.8 Beneficiarios

Los principales beneficiarios del proyecto técnico será la empresa donde se realizará la propuesta de automatización del sistema de rociadores contra incendio, y el estudiante que realizará el estudio e investigación del sistema de rociadores automáticos para contra incendio, por motivos que solo cuenta con equipos manuales, y no automáticos en un conato de incendio cuando no estén presente los trabajadores con preparación o brigadieres, y evitar posibles pérdidas económicas.

El estudio y la propuesta que se realizó permitirá que la protección contra incendios, empleen principios técnicos, ambientales y de ingeniería para proteger a las personas y los bienes materiales de la empresa. La ayuda que proporciona las normas NFPA-13 y ISO 6182-1 para la correcta implementación de equipos automáticos contra incendios que puedan controlar y suprimir un conato de incendio.

Los sistemas contra incendios es uno de los mecanismos de seguridad más factible en cualquier empresa o industria, por la razón que permite la detección temprana de humo y activar la alarma central de emergencia cuando este ocurra. Y los beneficios en resumen que ofrece un sistema contra incendios es;

- Alerta inmediata
- Detección de olores
- Control de daños
- Monitorización constante
- Tranquilidad

Estos beneficios persiguen las empresas, en especial la EMPRESA DE IMPRESIÓN Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN estudiada, ya que contarían con un diseño práctico y útil para el mejoramiento de un SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS CONTRA INCENDIO para bobinas de papel, garantizándoles condiciones laborales óptimas para un buen desarrollo de productos y creando una cultura de seguridad preventiva en la empresa.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Fundamentación teórica**

Los sistemas contra incendio con rociadores automáticos fueron descubiertos en la historia para conocimiento, el 11 de agosto de 1874, Henry S. Parmelee de New Haven, Connecticut, obtuvo la patente No. 154.076 U.S., por un rociador para proteger las obras de Mathusek Piano, del cual fue presidente. El dispositivo fue un importante paso adelante en la protección contra incendios, y entre 1878 y 1882 se instalaron unos 200.000 rociadores Parmelee en las fábricas de Nueva Inglaterra (ANSI, 2018).

Frederick Grinnell quien fue el presidente de “Providence Steam and Gas Company”, también desarrolló sistemas automáticos de rociadores contra incendio, en 1878, le otorgó la licencia al jefe de rociadores de Parmelee y comenzó a fabricarlo, pagando regalías al inventor. En 1881, Grinnell patentó y comenzó a fabricar un cabezal de rociadores automáticos en los Estados Unidos. Nueve años más tarde, inventó otros dispositivos, y un componente importante una válvula de tubería seca y un sistema automático de alarma contra incendios.

En 1892, Grinnell fundamento la compañía de extinción de incendios general después de fusionarse con otros fabricantes de rociadores, y la compañía se convirtió en el principal fabricante de rociadores en los Estados Unidos. Hoy en día, “Grinnell Fire Protection Co.”, forma parte “Tyco International Ltd y Johnson Control Company” (GRINNELL, 2018).

### **2.2 Diseño del sistema de rociadores automáticos**

El capítulo 4 de la norma NFPA-13, el nivel de protección en un edificio debe estar protegido por sistemas de rociadores automáticos donde sea aplicable, excepto donde la norma permita la omisión de forma específica.

El propietario(s) de un edificio donde instalará un sistema de rociadores contra incendios, o su agente autorizado, debe brindar la información al instalador del sistema de rociadores, antes de realizarse la distribución y los detalles del sistema de rociadores contra incendios:

1. Uso previsto del edificio incluyendo los materiales dentro y la altura máxima de cualquier almacenamiento.
2. Un plano provisional del edificio o la estructura junto con los conceptos de diseño necesarios para realizar distribución y detalle para el sistema de rociadores contra incendio.
3. Cualquier información especial sobre el abastecimiento de agua incluyendo las condiciones ambientales conocidas que podrían ser responsables de la corrosión.

4. Bajo construcciones sin obstrucciones, la distancia entre deflector del rociador y el techo debe tener como mínimo 1 pulgada (25.4 mm) y como máximo 12 pulgadas (305 mm), en toda el área de cobertura del rociador. Bajo construcciones con obstrucciones, el máximo es de 22 pulgadas (559 mm).

Las clasificaciones de las ocupaciones, para esta norma se relaciona únicamente con las instalaciones con los rociadores y a sus abastecimientos de agua. Y debe clasificarse de acuerdo con su combustibilidad y cantidad de sus contenidos, con la tasa de liberación esperadas, el potencial total de liberación de energía, la altura de las pilas de almacenamiento, y la presencia de líquidos inflamables y combustibles.

Cuando se instala accesorios como válvulas para impedir el reflujo en el sistema calculados por la tabla de tuberías, deben considerarse las pérdidas por fricción del dispositivo para determinar la presión residual aceptable al nivel más elevado de los rociadores. La pérdida por fricción de este dispositivo en psi (bar) debe adicionarse a la pérdida de elevación y residual en la fila superior de los rociadores para determinar la presión total necesaria en el abastecimiento de agua. Los tanques y las bombas deben dimensionarse para abastecer a los equipos para los que se utilizan.

Cuando se utilicen rociadores ESFR, el área de diseño debe estar conformada por el área de mayor demanda hidráulica de 12 rociadores, compuesta por cuatro rociadores en cada una de tres líneas ramales, excepto que se requieran otra cantidad específicas de rociadores de diseño en otras secciones de la presente norma, deben determinarse añadiendo la asignación para chorros de mangueras especificada como se muestra en la tabla 2.

Tipo de rociador	Tipo de espaciamiento entre rociadores	Cantidad de rociadores colocados en el área de diseño*	Tamaño del área de diseño	Asignación para chorros de mangueras		Duración del suministro de agua (en minutos)		
				En gpm	En L/min			
Modo de control de densidad/área	Estándar y de cobertura extendida	NA	Hasta 1200 pies <sup>2</sup> (111 m <sup>2</sup> )	250	950	60		
			Más de 1200 pies <sup>2</sup> (111 m <sup>2</sup> ) hasta 1500 (139 m <sup>2</sup> )	500	1900	90		
			Más de 1500 pies <sup>2</sup> (139 m <sup>2</sup> ) hasta 2600 pies <sup>2</sup> (240 m <sup>2</sup> )	500	1900	120		
			Más de 2600 pies <sup>2</sup> (240 m <sup>2</sup> )	500	1900	150		
CMSA	Estándar		Hasta 12	NA	250	950	60	
			Más de 12 hasta 15	NA	500	1900	90	
			Más de 15 hasta 25	NA	500	1900	120	
			Más de 25	NA	500	1900	150	
	Cobertura extendida			Hasta 6	NA	250	950	60
				Hasta 8	Máximo de 144 pies <sup>2</sup> (13.4 m <sup>2</sup> )	250	950	60
				Más de 6 hasta 8	NA	500	1900	90
				Más de 8 hasta 12	NA	500	1900	120
				Más de 12	NA	500	1900	150
				Hasta 12	NA	250	950	60
ESFR	Estándar		Más de 12 hasta 15	NA	500	1900	90	
			Más de 15 hasta 25	NA	500	1900	120	
			Más de 25	NA	500	1900	150	

**Tabla 2** Asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua (13, 2019)

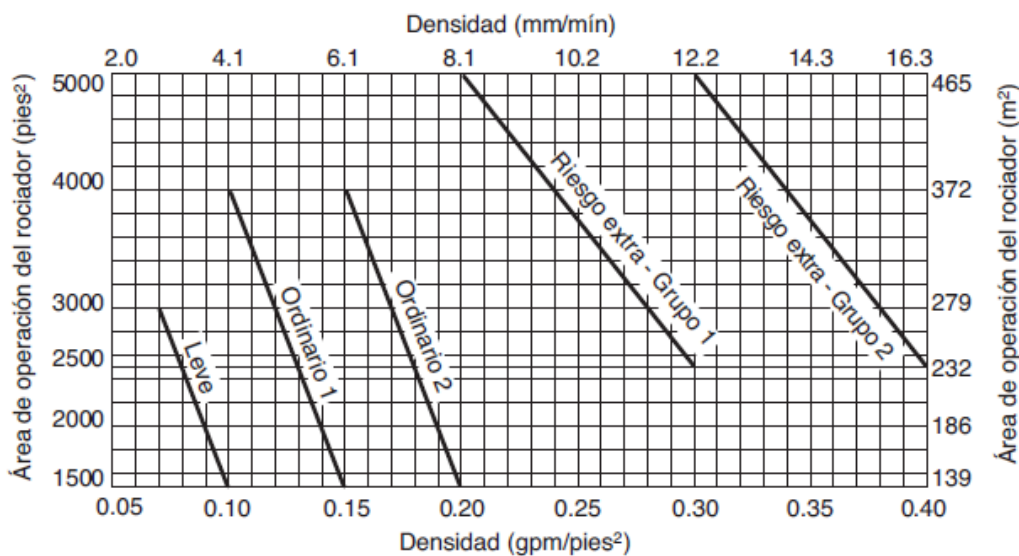
Las clasificaciones deben ser las siguientes:

1. **Riesgo leve**; se refiere donde la combustibilidad es baja y se espera incendios con bajo índice de liberación de calor.
2. **Riesgo ordinario (grupo 1 y 2)**; donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustible es moderada a alta, las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 8 a 12 ft (2.4 a 3.7 m), y se espera incendios con índices de liberación de calor de moderado a alto.
3. **Riesgo extra (grupo 1 y 2)**; donde la combustibilidad de los contenidos es muy alta, y están presentes líquidos inflamables o combustibles, polvo, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de existencia de incendios con un rápido desarrollo y elevado índice liberación de calor.
4. **Riesgo de ocupación especial**; otras normas (NFPA - 30, 40, 58, 231, 232, y 409) contienen los criterios de diseño a los sistemas de rociadores destinados al control o supresión de incendios para riesgos especiales.

Clasificación de la ocupación	Presión residual mínima requerida		Flujo aceptable en la base de la tubería vertical (incluyendo la asignación para chorro de manguera)		Duración (minutos)
	psi	bar	gpm	L/min	
Riesgo Leve	15	1	500-750	1893-2839	30-60
Riesgo ordinario	20	1.4	850-1500	3218-5678	60-90

**Tabla 3** Requisito de demanda de agua por tabla de tuberías (13, 2019)

El requisito de abastecimiento de agua sólo para los rociadores debe calcularse a partir de las curvas densidad/área de la Figura 3 o a partir de la norma NFPA-13 donde los criterios de densidad/área están especificados para los riesgos de ocupaciones especiales (13, 2019).



**Figura 3** Curva de densidad área (13, 2019)

### 2.3 Clasificación de las ocupaciones y mercancías

La clasificación de ocupaciones en esta norma debe referirse únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua para los rociadores contra incendio.

Clasificación			Cantidad de contenidos	Combustibilidad de contenidos	Tasa de emisión de calor bajo fuego de los contenidos	Altura de las pillas de contenidos	Materiales presentes	Líquidos Inflamables	Fuego de rápido desarrollo	Ejemplos
1	LHO	Ocupaciones de riesgo ligero	Baja	Baja	Baja					Iglesias, clubes, escuelas, hospitales, oficinas
2	OHO-01	Ocupaciones de riesgo ordinario grupo 1	Moderada	Baja	Moderada	< 8 ft (2.4 m)				Estacionamientos, salones de exhibición, panaderías, lavanderías, áreas de servicio en restaurantes
3	OHO-2	Ocupaciones de riesgo ordinario grupo 2	Moderada a Alta	Moderada a Alta	Moderada y Alta	< 12, 8 ft (3.7, 2.4 m)				Hangares de aviones, fundidoras de metal, extruido ras de meta, aserradores
4	EHO-01	Ocupaciones de riesgo extra-grupo 1	Muy Alta	Muy Alta	Alta		Polvo o pelusa	Bajo o nulo	Si	
5	EHO-02	Ocupaciones de riesgo extra-grupo 2					Alto contenido de combustibles compartimientos	Moderado a alto		
6	SOH	Ocupaciones de riesgo especial								

**Tabla 4** Ocupaciones de riesgos (Elaborado por: Autor)

Ocupaciones de riesgos ligeros, ordinarios y extras se refieren donde la cantidad, materiales y la combustibilidad de los contenidos es baja, moderada y alta, las pilas de almacenamiento de combustión no superan los 8 y 12 pies (2.4 y 3.5 metros), y un índice de liberación de calor donde se esperan conatos de incendios.

La clasificación de los materiales como metal, madera, papel, fibras naturales, sintéticos o de plásticos, elastómeros y cauchos son de los grupos A, B o C. En el grupo B encontramos el papel, madera y fibras naturales como material clasificado para estudio.

En el numeral 5.6.5 de la norma NFPA-13, la clasificación de almacenamiento de papel en rollos es;

- Clase de Peso Pesado se define como la existencia de cartulina y de papel que tiene un peso básico (1000 ft<sup>2</sup> o 92.9 m<sup>2</sup>) de 20 libras (9.1 kg).
- Clase de Peso Mediano debe incluir todo el rango de papeles que tiene un peso básico (1000 ft<sup>2</sup> o 92.9 m<sup>2</sup>) de 10 a 20 libras (4.5 a 9.1 kg).
- Clase de Peso Liviano debe incluir todo el rango de papeles (1000 ft<sup>2</sup> o 92.9 m<sup>2</sup>) de 10 libras (4.5 kg).

## **2.4 Componentes y accesorios del sistema**

La norma NFPA 13 en el capítulo 6 (13, 2019), permite especificar las condiciones, materiales y dispositivos para un sistema de rociadores automáticos para las empresas. Estos accesorios serian como válvulas, componentes reacondicionados, rociadores, pinturas anticorrosivas, tuberías con y sin costura, acoples y uniones, reducciones y bujes, y soldaduras norma AWS.

## 2.5 Rociadores

Los rociadores se identifican por su característica, temperatura, clasificación, y codificación por su color. El factor K, la descarga relativa, y la identificación de los rociadores que poseen distintos tamaños de orificios, y deben estar de acuerdo con la tabla 5;

Diámetro Nominal del Orificio		Factor K <sup>1</sup>	Porcentaje de la Descarga Nominal de ½ pulgada	Tipo De Rosca (NPT)	Pivote	Diámetro Nominal de Orificio Marcado sobre el Armazón
(Pulgadas)	(mm)					
1/4	6,4	1,3-1,5	25	½ pulgada NPT	SI	SI
5/16	8,0	1,8-2,0	33,3	½ pulgada NPT	SI	SI
3/8	9,5	2,6-2,9	50	½ pulgada NPT	SI	SI
7/16	11,0	4,0-4,4	75	½ pulgada NPT	SI	SI
1/2	12,7	5,3-5,8	100	½ pulgada NPT	NO	NO
17/32	13,5	7,4-8,2	140	¾ pulgada NPT o ½ pulgada NPT	NO	NO
5/8	15,9	11,0-11,5	200	½ pulgada NPT o ¾ pulgada NPT	SI	SI
3/4	19,0	13,5-14,5	250	¾ pulgada NPT	SI	SI

<sup>1</sup>: El factor K es la constante en la fórmula  $Q = K \sqrt{p}$

Donde: Q = caudal en gpm  
p = presión en lb/pulg<sup>2</sup>

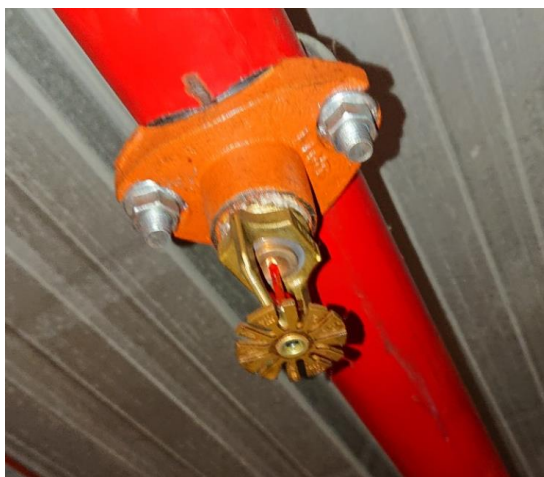
Para unidades SI:  $Q_m = K_m \sqrt{p_m}$   
Donde:  $Q_m$  = caudal en L/min  
 $p_m$  = presión en bar  
 $K_m = 14K$

**Tabla 5** Identificación de las características de descarga de los rociadores (13, 2019)



Tabla 5 identifican y certifican las condiciones de un rociador, por ejemplo, un rociador con K – 14 su unidad para estudio es “gpm/(psi)<sup>1/2</sup>”, con un porcentaje de descarga de 250%, y tipo de rosca de NPT de ¾ pulgada. Y para la codificación y las condiciones de temperatura tenemos 38 °C (100 °F) máxima para cielo raso y activación de 57 – 77 °C, una clasificación de temperatura ordinaria, y color rojo de la bombilla de vidrio como los identifica la tabla 6.

Los rociadores para fuego (FIRE SPRINKLERS); dispositivo termosensible diseñado para reaccionar a una temperatura predeterminada liberando automáticamente una corriente agua y distribuirla en un patrón y cantidad especificados en un área designada (6182-7, 2019).



**Figura 4** *Cabecal de rociadores para supresión de fuego (tyco, 2018)*

Estos componentes forman parte del sistema de rociadores, una red de tuberías hidráulicas, diseñado de acuerdo con normas de ingeniería de protección contra un conato de incendio, que incluye un suministro de agua como fuente, un sistema de válvulas de control de agua, una alarma de flujo de agua y un drenaje, y que se activa por un incendio descargando agua a chorro sobre el área del incendio.

### 2.5.1 Características de Temperatura

Los rociadores automáticos deben tener las ampollas de líquido coloreado de acuerdo con los requisitos de la Tabla 6.

Temperatura máxima del cielo raso		Certificación de temperatura		Clasificación de la temperatura	Código por color	Colores de la bombilla de vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135–170	57–77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
150	66	175–225	79–107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250–300	121–149	Alta	Azul	Azul
300	149	325–375	163–191	Extra alta	Rojo	Púrpura
375	191	400–475	204–246	Muy extra alta	Verde	Negro
475	246	500–575	260–302	Ultra alta	Naranja	Negro

**Tabla 4** *Certificación de temperatura, clasificaciones y codificaciones por color (13, 2019)*

### 2.5.2 Área de cobertura de los rociadores

El área de protección de los rociadores debe cubrir multiplicando la dimensión S y la dimensión L ( $A_s = S * L$ ), debe estar en concordancia con el valor indicado por cada tipo y estilo de rociadores, y el área máxima de cobertura permitida para cualquier rociador es de 100 ft<sup>2</sup> (9.3 m<sup>2</sup>), la área mínima no debe ser menor 64 ft<sup>2</sup> (6 m<sup>2</sup>) y no debe exceder los 400 ft<sup>2</sup> (36 m<sup>2</sup>) (13, 2019).

La norma NFPA 13, “STANDARD FOR THE INSTALLATION OF SPRINKLER SYSTEMS”, establece un área de cobertura máxima para rociadores estándar colgantes y montantes, que depende de la clase de riesgo. Como se pudo notar, el área de diseño está muy relacionada con otra variable igual de importante, la cual es el área de cobertura de los rociadores; dependiendo de ésta habrá más o menos cantidad de rociadores en el área de diseño. El área de cobertura para cualquier rociador se establece multiplicando la dimensión S por la dimensión L.

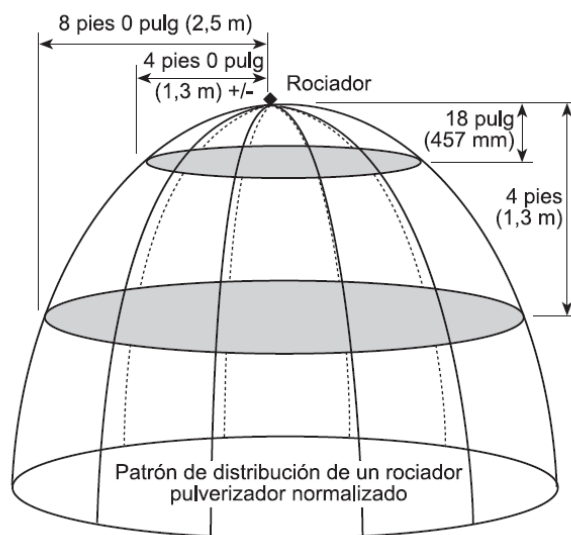
El área cubierta por un rociador ( $A_s$ ) está determinada por la separación entre los rociadores, tanto en el sentido de los ramales (S) como en el sentido perpendicular a ellos (L), tal como sigue:

1. En el sentido o serie de los ramales (S): Se selecciona el mayor valor entre la distancia al próximo rociador y dos veces la separación a la pared, en caso de que se trate del último rociador del ramal.
2. Entre ramales (L): Se selecciona el mayor valor entre la distancia perpendicular a los rociadores conectados a los ramales adyacentes y dos veces la separación a la pared, en caso de que se trate del último ramal.

CLASE DE RIESGO	Área de cobertura Máxima
Ligero	225 ft <sup>2</sup> (20.9 m <sup>2</sup> )
Ordinario	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )
Extra	130 ft <sup>2</sup> (12.1 m <sup>2</sup> )
	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )

**Tabla 5** Áreas de coberturas para rociadores estándar (Elaborado por: Autor)

El deflector ofrece la premisa básica del rociador; la cual es distribuir el agua en un patrón específico para combatir de la mejor manera un incendio dentro de un recinto, como se muestra en la figura 5. Los deflectores varían dependiendo del estilo del rociador y trabajan para lograr diferentes objetivos. Los deflectores deben alinearse paralelos a los cielorrasos, techos y paralelos a las inclinaciones de las escaleras.



**Figura 4** Patrón de descarga de un rociador pulverizador normalizado (13, 2019)

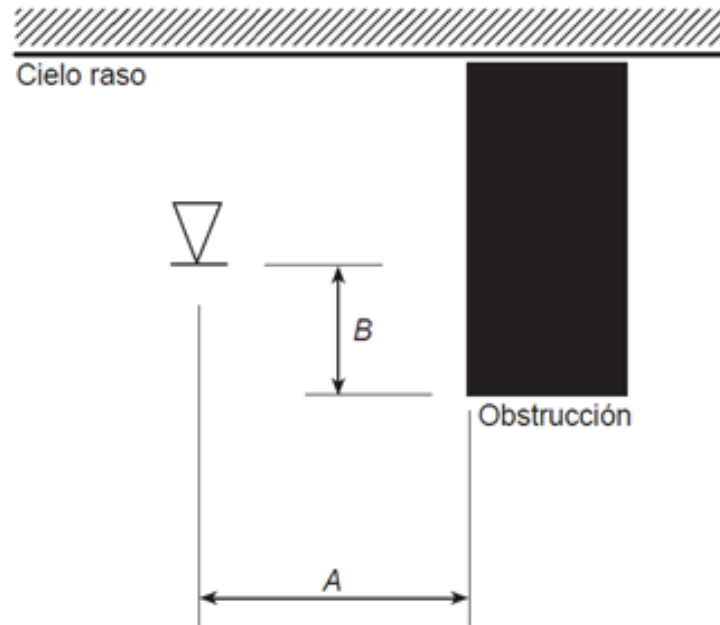
### 2.5.3 Requisitos de posicionamiento, espaciado y ubicación de los rociadores ESFR

Así, tenemos que para rociadores estándar ESFR, como muestra la tabla 8:

- Separación máxima entre rociadores = 12 pies (3,7 m), cuando la altura ocupacional del área máxima no exceda de 25 (7.6 m), como se muestra en la figura 9.
- Separación mínima entre rociadores = 8 pies (2,4 m).
- Separación máxima entre rociadores y paredes = 4 pulgadas (102 mm), y la distancia máxima entre rociadores y las paredes no debe ser mayor a la mitad de distancia permitida entre rociadores.
- Los rociadores colgantes con un factor nominal K-14 (200) deben ubicarse de modo que los deflectores estén a un máximo de 14 pulgadas (356 mm), y un mínimo de 6 pulgadas (152 mm) por debajo del techo.
- Debe mantenerse una distancia mínima entre rociadores para evitar que los rociadores en funcionamiento humedezcan rociadores adyacentes y para evitar que no se activen los rociadores, y esto depende de cada tipo de rociador.
- Los rociadores deben ubicarse minimizando las obstrucciones de descarga, o deben proporcionarse rociadores que cubran los lugares para evitar un riesgo de incendio como se muestra en la tabla 8.

<b>Distancia desde el Rociador hasta el Lado de la Obstrucción (A)</b>	<b>Distancia Máxima Permitida del Deflector Por Encima de la Parte Inferior de la Obstrucción (pulg) (B)</b>
Menor que 1'	0
1' hasta menos de 1'6"	1½
1'6" hasta menos de 2'	3
2' hasta menos de 2'6"	5½
2'6" hasta menos de 3'	8
3' hasta menos de 3'6"	10
3'6" hasta menos de 4'	12
4' hasta menos de 4'6"	15
4'6" hasta menos de 5'	18
5' hasta menos de 5'6"	22
5'6" hasta menos de 6'	26
6' hasta menos de 6'6"	31

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm; 1 pie = 0.3048 m.



**Tabla 8** *Posicionamiento de los rociadores ESFR para evitar las obstrucciones a la descarga (13, 2019)*

Tipo de Construcción	Alturas de cielo raso/techo hasta 30 pies				Alturas de cielo raso/techo por encima de 30 pies			
	Área de Protección		Espaciamiento		Área de Protección		Espaciamiento	
	pies <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pies	m	pies <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pies	m
Incombustible, sin obstrucciones	100	9,3	12	3,7	100	9,3	10	3,1
Incombustible, con obstrucciones	100	9,3	12	3,7	100	9,3	10	3,1
Combustible, sin obstrucciones	100	9,3	12	3,7	100	9,3	10	3,1
Combustible, con obstrucciones	N/A		N/A		N/A		N/A	

**Tabla 6** Área protegida y espaciamiento máximo para rociadores ESFR (13, 2019)

Item	Description
Sprinkler Identification Number (SIN)	TY6236
K-factor, gpm/psi <sup>1/2</sup> (lpm/bar <sup>1/2</sup> )	14.0 gpm/psi <sup>1/2</sup> (201,6 lpm/bar <sup>1/2</sup> )
Temperature Rating °F (°C)	155°F (68°C) 200°F (93°C)
Thread Size	3/4 in. NPT or ISO 7-1
Sprinkler Orientation	Pendent
Maximum Working Pressure, psi (bar)	175 psi (12 bar)

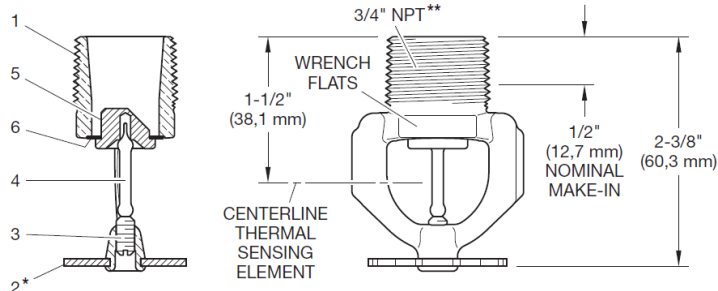
**TABLE A  
MODEL ESFR-14 PENDENT SPRINKLER  
TECHNICAL DATA**

**Components:**

- 1 - Frame
- 2 - Deflector\*
- 3 - Compression Screw
- 4 - Bulb
- 5 - Button
- 6 - Sealing Assembly

\* Temperature rating is indicated on Deflector.

\*\* Pipe thread connections per ISO 7-1 can be provided on special request.



**Figura 5** Componentes y datos técnicos de trabajo de un rociador ESFR K14. (tyco, 2018)

Características generales de los rociadores, como se muestra en la figura 6:

1. Sensibilidad térmica. Una medida de la sensibilidad térmica es el índice de tiempo de respuesta RTI, según se mide en condiciones de prueba normalizadas. Los rociadores de respuesta rápida cuentan con un elemento térmico RTI de 50 (metros – segundos)<sup>1/2</sup> o menos, y los rociadores de respuesta estándar cuentan con un elemento térmico RTI de 80 (metros – segundos)<sup>1/2</sup> o más (6182-7, 2019).
2. Temperatura nominal.
3. Factor K, y su unidad de medida (GPM/psi<sup>1/2</sup>)
4. Orientación de la instalación. Los siguientes se definen de acuerdo con la orientación;
  - Rociador oculto
  - Rociador para empotrar
  - Rociador colgante
  - Rociador de pared
  - Rociador montante
5. Características de la distribución del agua
6. Condiciones de servicios especiales

### 2.5.4 Tipos de rociadores

Se caracterizan en el diseño y desempeño:

1. Rociador para aplicaciones específicas con modo de control CMSA
2. Rociador de respuesta rápida y supresión temprana ESFR
3. Rociador de cobertura extendida
4. Boquillas
5. Rociador convencional / de estilo antiguo
6. Rociador abierto
7. Rociador de respuesta pronto QR
8. Rociador de respuesta pronta y supresión temprana QRES
9. Rociador de respuesta pronta y cobertura extendida
10. Rociador residencial
11. Rociador especial
12. Rociador pulverizador
13. Rociador pulverizador estándar



**Figura 7** Tipos de rociadores contra incendio (PREFIRE, 2019)

Los rociadores automáticos o SPRINKLERS son uno de los sistemas más antiguos para la protección contra incendios en todo tipo de edificios. Están concebidos para detectar un conato de incendio y apagarlo con agua o controlarlo para que pueda ser apagado por otros medios.



### 2.5.5 Características de descarga de los rociadores

La descarga relativa, y la marca de identificación para los rociadores que tengan distintos factores K, deben estar de acuerdo con la tabla 10.

Factor K nominal [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Factor K nominal [L/min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [gpm/(psi) <sup>1/2</sup> ]	Rango del factor K [L/min/(bar) <sup>1/2</sup> ]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3–1.5	19–22	25	NPT de ½ pulg.
1.9	27	1.8–2.0	26–29	33.3	NPT de ½ pulg.
2.8	40	2.6–2.9	38–42	50	NPT de ½ pulg.
4.2	57	4.0–4.4	59–64	75	NPT de ½ pulg.
5.6	80	5.3–5.8	76–84	100	NPT de ½ pulg.
8.0	115	7.4–8.2	107–118	140	NPT de ¾ pulg. o NPT de ½ pulg.
11.2	160	10.7–11.7	159–166	200	NPT de ½ pulg. o NPT de ¾ pulg.
14.0	200	13.5–14.5	195–209	250	NPT de ¾ pulg.
16.8	240	16.0–17.6	231–254	300	NPT de ¾ pulg.
19.6	280	18.6–20.6	272–301	350	NPT de 1 pulg.
22.4	320	21.3–23.5	311–343	400	NPT de 1 pulg.
25.2	360	23.9–26.5	349–387	450	NPT de 1 pulg.
28.0	400	26.6–29.4	389–430	500	NPT de 1 pulg.

**Tabla 10** Identificación de las características de descarga de los rociadores (NFPA, 2018)

### 2.6 Requisitos del sistema

En esta sección del Capítulo 7 de la norma NFPA 13, se explica de los requisitos del sistema como manómetros, válvulas de alivio, de control, alarmas de caudal y supervisión, rociadores, tamaño del sistema, dispositivo de apertura rápida, disposición de tuberías de abastecimiento, temperatura del agua.



**Figura 8** Manómetros de control de presión del sistema de rociadores (tyco, 2018)

Los manómetros se deben instalar por encima y por debajo en cada válvula de retención de alarma y tuberías vertical del sistema cuando tales dispositivos se encuentren presente para el control visual y su correcto funcionamiento.

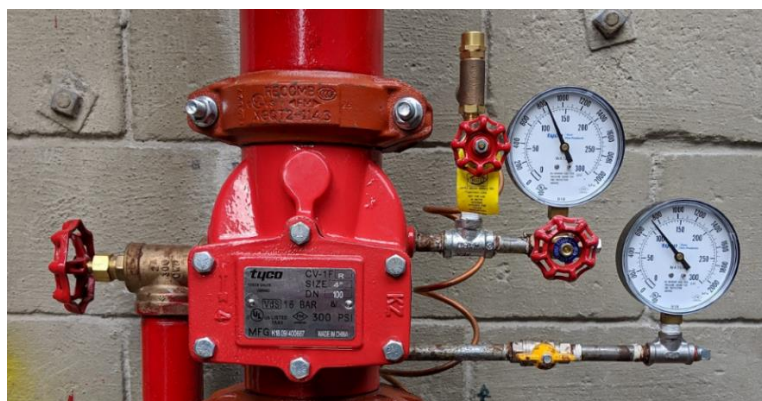
### 2.6.1 Válvulas de supervisión y alarma

Las diferentes aplicaciones de válvulas para un sistema contra incendio tienen muchas aplicaciones como controlar el caudal del fluido, la supervisión y control de alarma. Estos componentes tienen que cumplir con las especificaciones del sistema de tuberías, por ejemplo, si se utiliza una tubería de 4" es sugerible una válvula de paletas para permitir su apertura y la maniobra. Esto permite que no se ocasionen averías por golpes de arietes.



**Figura 9** *Válvula de supervisión tipo mariposa marca TYCO (tyco, 2018)*

Una de las válvulas de uso en el sistema de rociadores automáticos contra incendio es la válvula de supervisión que debería estar supervisando la línea principal y el sistema de las válvulas secado de cada red de rociadores en las áreas de aplicación.



**Figura 10** *Sistema de válvula seca con mecanismo de alivio para controlar elevadas presiones (tyco, 2018)*

La válvula de alivio está diseñada para reducir los esfuerzos y daños cuando el sistema de rociadores puede activarse por elevadas presiones, evita y mantiene el sistema estable para su función como indica el trabajo de cada rociador. Como se puede observar en la figura el sistema de válvula seca contiene la válvula de alivio que permite evitar elevadas presiones en el sistema y lo controla automáticamente. En este caso en la bodega la presión de control es de 125 PSI que distribuye de la línea principal, y con la válvula de alivio se controla hasta 175 PSI (12.1 BAR) que el sistema de rociadores puede trabajar.

### 2.6.2 Sistemas de sujeción y soportes antisísmicos

Colgadores tipo gota, soportes laterales & longitudinales, soportes universales, mordazas para vigas, entre otros. Estos soportes son independientes a los del cielorraso y evitan daños por sismos y golpes en las tuberías de suministro de agua para los rociadores, como se muestra en la figura 11. Se deben instalar por lo menos un soporte de sujeción en cada ramal del sistema contra incendio de rociadores automáticos.



**Figura 11** soportes de sujeción y antisísmico (RDfire, 2019)

La distancia máxima entre soportes no debe superar la establecida en la Tabla 11, y la distancia entre el soporte y un rociador montante no debe ser menor a 3 pulgadas (76 mm).

<b>Diámetro Nominal del Tubo (pulg.)</b>	<b>3/4</b>	<b>1</b>	<b>1 1/4</b>	<b>1 1/2</b>	<b>2</b>	<b>2 1/2</b>	<b>3</b>	<b>3 1/2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
Tubo de acero, excepto el de pared delgada roscado	N/A	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Tubo de acero de pared delgada roscado	N/A	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubería de Cobre	8-0	8-0	10-0	10-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
CPVC	5-6	6-0	6-6	7-0	8-0	9-0	10-0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (IPS)	N/A	3-9	4-7	5-0	5-11	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (CTS)	2-11	3-4	3-11	4-5	5-5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m.

NOTA: IPS : Iron Pipe Size = Diámetro de Tubo de Hierro  
CTS: Copper Tube Size = Diámetro de Tubería de Cobre

**Tabla 11** *Distancia máxima entre soportes (pies – pulgadas) (13, 2019)*

### 2.6.3 Conexiones ranuradas

Acoples rígidos y flexibles (Light Duty & Heavy Duty), acoples reductores, codos 90° y 45°, tee ranuradas, tee mecánicas con salidas ranuradas y roscadas, straps T, reducciones, entre otras. Accesorios y partes que forman parte de las tuberías, juntas o soportes del sistema de rociadores automáticos.



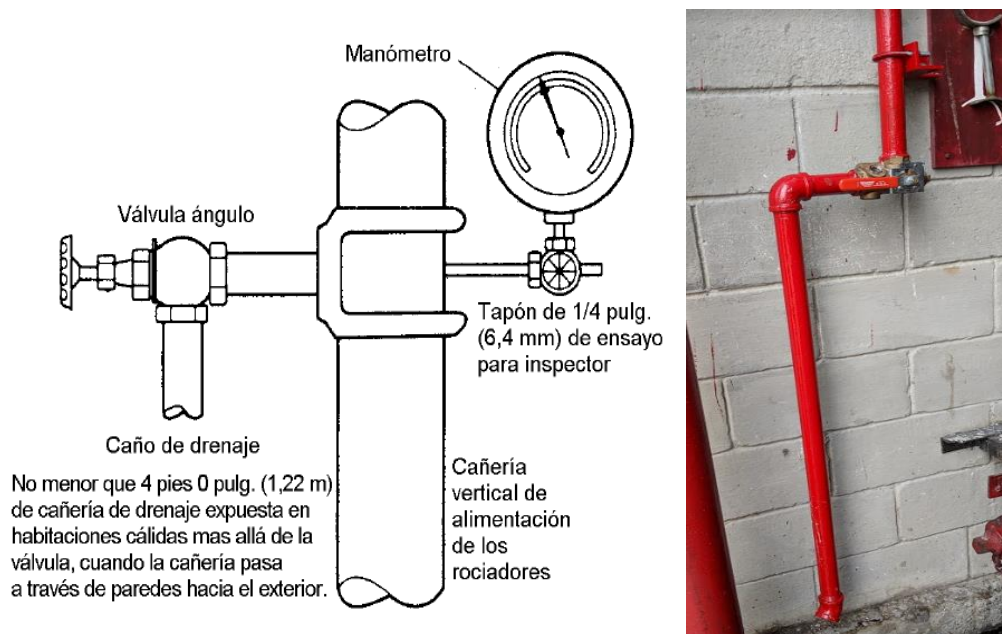
**Figura 12** *Acoples, codos, T mecánicas para soportes del sistema contra incendio (VICTAULIC, 2019)*

### 2.6.4 Válvulas de Control

Cada sistema de rociadores externos debe tener válvulas de control y supervisión independiente para su ubicación, pueden ser automáticos y manual de constante supervisión por un personal de seguridad.

#### 2.6.4.1 Drenaje

Todos los tubos y accesorios de los rociadores deben tomar todas las medidas, y estar instalados de forma tal que el sistema pueda ser drenado en casos de emergencia y mantenimiento del sistema, como se muestra en la figura 13.



**Figura 13** Conexiones de drenaje para tubería vertical de alimentación del sistema (13, 2019)

Las conexiones de drenaje para tuberías verticales de alimentación y tuberías principales del sistema deben dimensionarse según se indica en la tabla 12. El sistema contra incendio debe contar con dos tuberías de drenaje, si fuera el caso que tuviera un pendiente mayor a 15 grados de inclinación para su respectivo mantenimiento.

<b>Diámetro de la Tubería Vertical de Alimentación o Tubería Principal</b>	<b>Diámetro de la Conexión de Drenaje</b>
Hasta 2"	3/4" o mayor
2 1/2"; 3"; 3 1/2"	1 1/4" o mayor
4" o mayor	2" únicamente

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm

**Tabla 12** Dimensiones de drenaje (13, 2019)

### 2.6.5 Tuberías y Accesorios

Las tuberías y accesorios contruidos de acero e instalado en el exterior de los edificios deben ser resistentes a la corrosión.

### 2.6.6 Temperatura de control del agua

Como indica la norma, en ningún caso la temperatura del agua que fluye en las tuberías y en los rociadores debe ser máximo 120 °F (49 °C) y mínimo 40 °F (4 °C). Para ello debe instalarse sistemas de control de calefacción para que funcione para este

fin, y rociadores diseñados o clasificación para trabajar a temperatura elevadas a 100 °F (37.8 °C).

### 2.6.7 Letreros

Se debe colocar letreros de advertencia en todas las válvulas que controle el sistema de rociadores. Puede incluir la siguiente información;

Esta válvula controla equipos de protección contra incendios. No cerrar hasta que el incendio sea extinguido. Utilizar válvulas auxiliares cuando fuera necesario para interrumpir el suministro a los equipos auxiliares.

**PRECAUCIÓN:** Podría activarse una alarma automática si se cierra esta válvula.

### 2.7 Protección de almacenamiento de papel en rollos

Los capítulos 12 y 19 de la norma NFPA-13 (13, 2019), especifican las condiciones de almacenamiento generales y de papel en rollos, considerando la disposición y almacenamiento de mercancías, se enumeran de la siguiente forma;

- No debe utilizarse rociadores de respuesta rápida y supresión temprana (ESFR) en edificios con ventilación automáticas para calor o humo. Pero es permitido en otros tipos de rociadores y ocupaciones de almacenamiento.
- Los criterios de los rociadores automáticos según el pendiente del techo deben definirse en base al almacenamiento de papel en rollos.
- El diseño de rociadores debe basarse en la altura de almacenamiento y en el espacio libre al techo (3 metros de separación) en forma rutinaria o periódica existente en el edificio y que crea la mayor demanda de agua.
- Los rociadores ESFR solo deben utilizarse en sistemas de tuberías humedad.
- Deben utilizarse rociadores ESFR diseñados para almacenamiento de papel en el rollo como lo indica el capítulo 19 para ocupaciones de riesgo leve y ordinario.
- El suministro de agua y los cálculos para los rociadores automáticos deben determinarse ya sea a partir de los requisitos densidad / área del capítulo 19 para almacenamiento de rollos de papel, y la densidad de diseño mínima no debe ser menor a 0.15 GPM/ft<sup>2</sup>.

El sistema de abastecimiento de agua para los sistemas automáticos de protección contra incendio debe diseñarse para una duración mínima 2 horas. Para los rociadores ESFR, la duración de abastecimiento de agua debe ser de 1 hora, y los chorros de las mangueras deben ser de 250 GPM (946 L/min).

El almacenamiento de las clases de peso pesado o peso mediano de papel en rollos hasta 10 pies (3.1 metros) de altura debe protegerse con rociadores diseñados para densidades de riesgo ordinario grupo 2.

Los criterios de los rociadores para el almacenamiento de papel en rollos a 10 ft (3.1 metros) y más de altura en edificios o estructuras con techos o cielorrasos hasta 30 pies (9.1 metros) de altura, deben estar de acuerdo con la tabla 15.

El área de protección por rociador no debe ser mayor que 100 ft<sup>2</sup> (9.3 m<sup>2</sup>) ni ser menor que 70 ft<sup>2</sup> (6.5 m<sup>2</sup>).

Cuando la protección del sistema de rociadores automáticos utiliza rociadores ESFR (Supresión temprana – respuesta rápida), los criterios del diseño hidráulico deben ser como se especifica en la tabla 12. La presión de diseño de descarga debe aplicarse al funcionamiento de 12 rociadores.

Estos criterios permiten determinar la selección correcta de factor K del rociador automático para almacenamiento de papel en rollos. Considerando al personal que labora como riesgo ocupacional ordinario grupo 2 y donde el área de cobertura del rociador es de 100 ft<sup>2</sup> (9.3 m<sup>2</sup>) en un área para bodega de 15500 ft<sup>2</sup> (1440 m<sup>2</sup>) (13, 2019).



ESFR FactorK	Orientación	Tipo de Sistema	Presión		Altura del Edificio		Peso Pesado						Peso Mediano						Todos los Ordenamientos de Papel de Seda		
							Cerrado		Estándar		Abierto		Cerrado		Estándar		Abierto				
			psi	bar	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m			
14.0 (201)	Montante o colgante	Húmedo	50	3.4																	
16.8 (242)	Montante/ colgante	Húmedo	35	2.4	30	9.1	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	NA
22.4 (322)	Colgante	Húmedo	25	1.7																	
25.2 (363)	Colgante	Húmedo	15	1.0																	
14.0 (201)	Montante o colgante	Húmedo	75	5.2	35	10.7	30	9.1	30	9.1	30	9.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
16.8 (242)	Montante/ colgante	Húmedo	52	3.6																	
	Colgante	Húmedo	75	5.2																	
16.8 (242)	Colgante	Húmedo	52	3.6	40	12.2	30	9.1	30	9.1	30	9.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
22.4 (322)	Colgante	Húmedo	40	2.8																	
25.2 (363)	Colgante	Húmedo	25	1.7																	
22.4 (322)	Colgante	Húmedo	50	3.4																	
25.2 (363)	Colgante	Húmedo	50	3.4	45	13.7	30	9.1	30	9.1	30	9.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

NA: No aplicable

**Tabla 15** Rociadores ESFR para la protección de almacenamiento de papel en rollos (Máxima altura permitida del almacenamiento) (13, 2019)

Los sistemas de rociadores y las tuberías principales privadas de servicio contra incendios son sistemas de protección contra incendios especializados y deben requerir un diseño e instalación con conocimiento y experiencia técnica.

En el capítulo 11 y 19, la norma NFPA 13 – 2016, establece el planteamiento de diseño para los sistemas de rociadores y protección de papel en rollos, e indica que una edificación o parte de esta puede ser protegida en concordancia con cualquier enfoque de diseño. El objetivo principal del diseño es determinar la demanda máxima esperable del sistema de rociador (caudal y presión). En este sentido, la norma NFPA 13 establece que los requerimientos de la demanda de agua para un sistema de rociadores deben ser determinada de acuerdo con:

1. Enfoque de control de incendios por riesgo de ocupación y enfoques de diseño especial del capítulo 11.
2. Enfoque de diseño de almacenaje del capítulo 12 al capítulo 20.
3. Para los sistemas calculados hidráulicamente y los requisitos de suministro total de agua del sistema de acuerdo con el capítulo 23.

## **2.8 Método catálogo de tuberías (PIPE SCHEDULE)**

El método PIPE SCHEDULE es la manera más antigua para determinar los tamaños de tuberías de los sistemas de rociadores. En noviembre de 1891, la “ASSOCIATED FACTORY MUTUAL INSURANCE COMPANY” actualmente FM GLOBAL emitió la primera guía de instalación de sistemas de rociadores automáticos, titulado “LOCATION AND SPACING FOR AUTOMATIC SPRINKLERS”. El diseño de los rociadores se basó en un catálogo (SCHEDULE) de tuberías, donde el tamaño de una tubería dada dependía de la cantidad de rociadores ubicados “aguas abajo”. Al prescribir un número máximo de rociadores por cada tamaño de tubería, se controlan las pérdidas de presión que ocurre cuando el agua fluye a través de una tubería, debido a la fricción.

Otra revisión importante del método PIPE SCHEDULE ocurrió en 1940 cuando el estándar de rociadores creó una diferenciación en el riesgo de ocupación. Se establecieron 3 clasificaciones de riesgo de ocupación, cada una con su propio PIPE SCHEDULE: riesgo Ligero, riesgo Ordinario y riesgo Extra. La norma introdujo un cambio importante en el diseño del sistema de rociadores y reconoció que algunas ocupaciones requieren un sistema de rociadores más robusto, mientras que en las ocupaciones de menor riesgo se pueden controlar los incendios con menor descarga de rociadores.

En la década de 1970 y anteriores, los cálculos hidráulicos se realizaban a mano y este proceso es muy tedioso, a menos que se obtuviera acceso a una costosa computadora con un software de análisis hidráulico instalado. En la década 1980, con el advenimiento de la computadora personal y programas de cálculos más disponibles

se tuvo el poder para realizar análisis hidráulicos de los sistemas de rociadores, y se volvieron útiles los sistemas tipo parrillas (MundoIndustrial, 2015).

### **2.8.1 Demanda de agua**

El suministro mínimo de agua debe estar disponible para la duración mínima, los tanques y bombas deben ser de las dimensiones adecuadas para abastecer a los equipos para los que se utilizan.

1. Carácter y adecuación de los abastecimientos de agua
2. Rociadores
3. Accesorios
4. Tuberías
5. Válvulas

Con esta información de los rociadores y otros elementos, podemos mencionar un resumen de los sistemas supresión contra incendio y sus equipos para familiarizar con el uso;

### **2.8.2 Tuberías**

El acero cedula 40 (la cedula indica el espesor del tubo) es el metal más común que se utiliza y están hechos las partes de un sistema contra incendio, como se muestra en la tabla 16. Por tal razón, el acero es la aleación de hierro con pequeñas porciones de carbono y que adquiere con el temple dureza y elasticidad. El acero de los materiales y accesorios de los sistemas contra incendio se sujeta a la norma e identificación, A53/A106 ASTM especificación del tubo de acero al carbono sin costura para servicios de alta temperatura y presión, estos tubos son adecuados para la soldadura, plegado, rebordado, ensayos mecánicos de tracción, flexión, e hidrostática (A53/A106, 2018).

Cédula	Descripción	Diámetro exterior	Espesor e	Peso por metro	Peso unid.
		mm	mm	kg/m	kg/6m
-	4	114.30	5.56	14.91	89.46
-	5	141.30	5.56	18.61	111.66
-	6	168.30	5.56	22.31	133.86
20	8	219.10	6.35	33.32	199.20
40	½	21.30	2.77	1.27	7.62
	¾	26.70	2.87	1.68	10.08
	1	33.40	3.38	2.50	15.00
	1¼	42.20	3.56	3.28	19.68
	1½	48.30	3.68	4.05	24.30
	2	60.30	3.91	5.44	32.64
	3	88.90	5.49	11.29	67.74
	4	114.30	6.02	16.07	96.42
	5	141.30	6.55	21.78	130.68
	6	168.30	7.11	28.26	169.56
	8	219.10	8.18	42.53	255.18
80	10	273.00	9.27	60.29	361.74
	1	33.40	4.55	3.23	19.38
	1½	48.30	5.08	5.41	32.46
	2	60.30	5.54	7.48	44.38
	6	168.30	10.97	42.56	255.36



**Tabla 16** Dimensiones de tubería CEDULA 20, 40 y 80 para conducción de fluidos (NOVACERO, 2019)

Los Tubos de Cédula 40 y 80 son los tamaños más comunes empleados por diferentes industrias. Esto se debe a la presión general que estos tubos soportan, y por esto siempre son comprados en grandes cantidades.



<b>Materiales y Dimensiones</b>	<b>Norma</b>
<b>Tuberías Ferrosas (Con y Sin Costura)</b>	
Especif. para Tubos de Acero Negro y Tubos de Acero Galvanizado (Zincados en Caliente), Con y Sin Costura, para Uso en Protección contra Incendios	ASTM A 795
Especif. Para Tubos de Acero Con y Sin Costura Tubos de Acero Forjado	ANSI/ASTM A 53 ANSI B36.10M
Especif. Para Tubos de Acero Soldados por Resistencia Eléctrica	ASTM A 135
<b>Tubo de Cobre (Estirado, Sin Costura)</b>	
Especif. Para Tubos de Cobre Sin Costura	ASTM B 75
Especif. Para Tubos de Cobre para Agua Sin Costura	ASTM B 88
Especif. de los Requisitos Generales para Tubos de Cobre Forjado Sin Costura y Tubos de Aleación de Cobre	ASTM B 251
Fundentes para Soldadura, a Utilizar en Soldaduras de Tubos de Cobre y Aleación de Cobre	ASTM B 813
Metal de Relleno para Soldadura (Clasificación BCuP-3 o BCuP-4)	AW A5.8
Metal para Soldar, 95-5 (Estaño-Antimonio Grado 95TA)	ASTM B 32
Aleaciones	ASTM B 446 ASTM B 467

**Figura 14** Tubos cédula 40 norma A53/A106 ASTM (A53/A106, 2018)

Otros de los metales utilizados, y que se hace un resumen de su definición, son el hierro fundido y el bronce, que son hechos las válvulas y los rociadores. Los pernos, tuercas y varillas roscadas se sujetan a la norma A307-14 ASTM que son de aceros al carbono con resistencia a la tracción de 60000 PSI, y su utilidad se aplica en los soportes, bases, acoples, y accesorios del sistema.

Aunque se le indico la limitación o que evite la aplicación de soldadura en esta bodega, debido que la materia prima principal es el papel, y fácil de combustión. Existe un trabajo en la metodología de la instalación que se ubica a la conexión de la línea principal de la tubería de 4" a una presión de 125 PSI. La norma AWS "American Welding Society" y su código AWS A5.8/5.1 especifica los metales de relleno para soldadura fuertes y soldaduras para tuberías sin costuras, como son los electrodos E6011 (Electrodos celulósico, indicado para soldadura en toda posición y para tuberías de alta presión) (CONARCO, 2018).

## 2.9 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### Mecánica de fluidos

Es la ciencia física que trata de los cuerpos (fluidos) en reposo y de aquellos que están en movimiento bajo la influencia de fuerzas externas, y la hidráulica es la que estudia el movimiento de los fluidos en tubos y canales abiertos.

Cuando dos capas de fluido se mueven una con relación a otra, se desarrolla una fuerza de fricción entre ellas, y la capa más lenta trata desacelerar a la más rápida. Esta resistencia interna al flujo se cuantifica mediante la propiedad de viscosidad del fluido, la cual es la medida de adherencia interna de este. En resumen, el comportamiento de los fluidos se caracteriza del siguiente comportamiento;

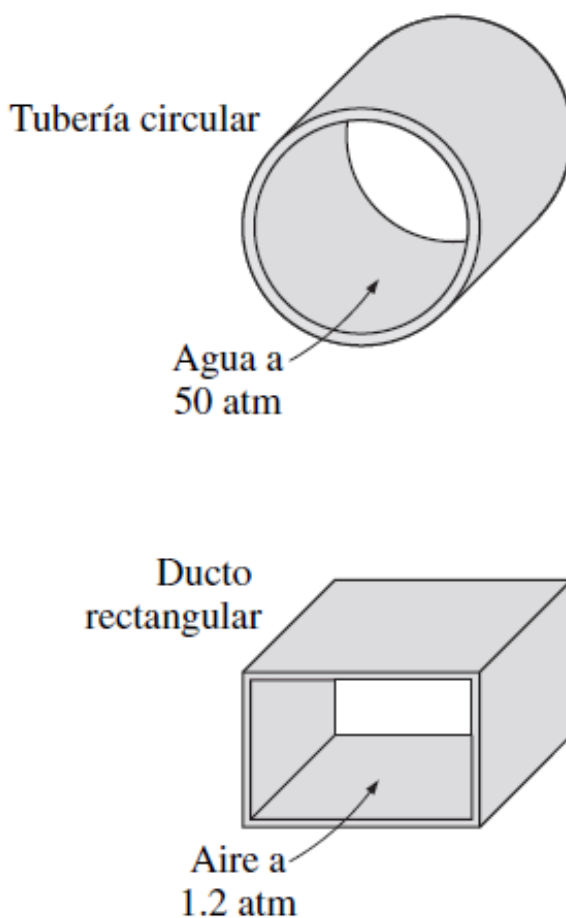
- Regiones de flujo viscosos y no viscosos
- Comparación de flujo interno y externo
- Flujo compresible con el incompresible
- Flujo laminar en comparación con el turbulento
- Flujo natural (no forzado) en comparación con el forzado
- Flujo estacionario en comparación con el no estacionario
- Flujos unidimensional, bidimensional y tridimensional

### **Flujo en tuberías**

En la práctica es común encontrar el flujo de fluidos en tuberías circulares y no circulares. El agua en una ciudad se distribuye en extensas tuberías y el flujo de fluido se clasifica como externo e interno, ya que depende que el fluido se fuerza a fluir sobre superficie o dentro de conducto y son diferentes.

El flujo de un líquido o de un gas a través de tuberías o ductos se usa comúnmente en sistemas de calefacción y enfriamiento y en redes de distribución de fluido. El fluido en estas aplicaciones usualmente se fuerza a fluir mediante un ventilador o bomba a través de una sección del flujo. Se pone particular atención a la fricción, que se relaciona directamente con la caída de presión y las pérdidas de carga durante el flujo a través de tuberías y ductos. Entonces, la caída de presión se usa para determinar la potencia necesaria de bombeo. Un sistema de tuberías típico incluye tuberías de diferentes diámetros, unidas entre sí mediante varias uniones o codos para dirigir el fluido, válvulas para controlar la razón de flujo y bombas para presurizar el fluido.

La mayoría de los fluidos, en especial los líquidos, se transportan en tuberías circulares. Esto es así porque las tuberías con una sección transversal circular pueden resistir grandes diferencias de presión entre el interior y el exterior sin distorsión considerable. Las tuberías no-circulares, por lo general se usan en aplicaciones como los sistemas de calefacción y enfriamiento de edificios, donde la diferencia de presión es relativamente pequeña, los costos de fabricación e instalación son bajos, y el espacio disponible para reparar ductos está limitado (Fig. 15).



**Figura 15** Las tuberías circulares y las no-circulares (Cengel, 2018)

Se dice que el flujo es laminar cuando las líneas de corriente son suaves y de movimiento ordenados; mientras que es turbulento cuando se caracteriza por las fluctuaciones de su velocidad y movimiento desordenado. Pero existe la transición de flujo laminar a turbulento en ciertas regiones y aplicaciones del fluido.

La transición del flujo laminar al flujo turbulento depende de la geometría, la rugosidad de la superficie, la velocidad del flujo, la temperatura de la superficie y el tipo de fluido, entre otros factores. En el año 1880 Osborne Reynolds descubrió que el régimen de flujo depende principalmente de la razón de fuerzas inerciales a fuerzas viscosas en el fluido. Esta razón se llama número de Reynolds y se expresa para flujo interno en una tubería circular como se muestra en la figura 16;

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{\text{Fuerzas inerciales}}{\text{Fuerzas viscosas}} \\
 &= \frac{\rho V_{\text{prom}}^2 L^2}{\mu V_{\text{prom}} L} \\
 &= \frac{V_{\text{prom}} L}{\mu} \\
 &= \frac{V_{\text{prom}} L}{\nu}
 \end{aligned}$$

**Figura 16** El número de Reynolds se puede considerar como la razón de fuerzas inerciales a fuerzas viscosas que actúan sobre un elemento de fluido (Cengel, 2018)

$$Re = \frac{\text{Fuerza inerciales}}{\text{Fuerzas viscosas}} = \frac{V_{\text{prom}} * D}{\nu} = \frac{\rho * V_{\text{prom}} * D}{\mu}$$

donde  $V_{\text{prom}}$  = velocidad de flujo promedio (m/s),  $D$  = longitud característica de la geometría (diámetro en este caso, en m), y  $\nu = \mu/\rho$  = viscosidad cinemática del fluido ( $\text{m}^2/\text{s}$ ).

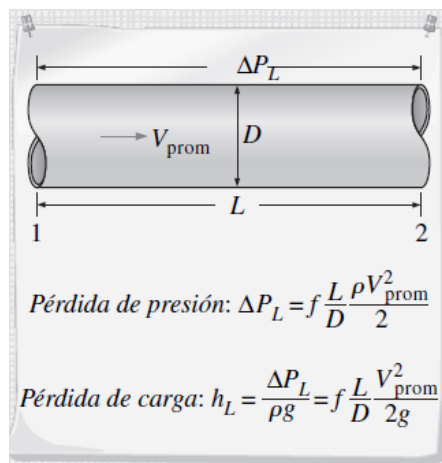
### Caída de presión y pérdida de carga

Un interés considerable en el análisis de flujo de tubería es el que causa la caída de presión  $\Delta P$ , porque está directamente relacionada con la potencia necesaria para que el ventilador o bomba mantengan el flujo. Note que  $dP/dx = \text{constante}$  y cuando se integra de  $x = x_1$ , donde la presión es  $P_1$ , hasta  $x = x_1 + L$ , donde la presión es  $P_2$ , produce:

$$\frac{dP}{dx} = \frac{P_2 - P_1}{L}$$

En la práctica es conveniente expresar la pérdida de presión para todos los tipos de flujos internos totalmente desarrollados (flujo laminar o turbulento, tuberías circulares o no circulares, superficie lisas o rugosas, tuberías horizontales o inclinadas) como se muestra en la figura 17;





**Figura 17** La relación para la pérdida de presión (y pérdida de carga) es una de las relaciones más generales en la mecánica de fluidos y válida para flujos laminar o turbulento, tuberías circulares o no-circulares y tuberías con superficies lisas o rugosas (White, 2015)

#### Formula de Perdida por Fricción:

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

donde:

p = resistencia por fricción (psi/pie de tubería)

Q = flujo (GPM)

C = coeficiente de perdida de fricción

d = diámetro interior real de la tubería (pulgadas)

Para unidades SI, debe utilizarse la ecuación siguiente;

$$p_m = \frac{6.05 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d_m^{4.87}} * 10^5$$

donde:

p = resistencia por fricción (bar/m de tubería)

Q = flujo (L/min)

C = coeficiente de perdida de fricción

d = diámetro interior real de la tubería (mm)

#### Perdidas por elevación en psi/ft

Para calcular la presión por elevación Pe en psi conocido como el cambio de elevación h en pies:

$$P_e = 0.433 * h$$

donde:

$P_e$  = Perdidas por elevación en psi/ft

$h$  = alturas en pies (ft)

### **Formula de presión de velocidad**

$$p_v = \frac{0.0011230 * Q^2}{d^4}$$

donde:

$p_v$  = presión de velocidad (psi) (SI: 1 psi = 0.00689 bar)

$Q$  = flujo (GPM) (SI: 1 gal = 3.785 L)

$d$  = diámetro interior (pulg.) (SI: 1 pulg. = 25.4 mm)

### **Formula de velocidad del fluido**

$$V_f = \frac{0.4085 * Q}{d}$$

donde:

$V_f$  = Velocidad del fluido (fps)

$Q$  = flujo (GPM) (SI: 1 gal = 3.785 L)

$d$  = diámetro interior (pulg.) (SI: 1 pulg. = 25.4 mm)

### **Fórmula de presión normal**

La presión normal ( $P_n$ ) debe determinarse en base a la fórmula siguiente:

$$P_n = P_t - P_v$$

donde:

$P_n$  = presión normal

$P_t$  = presión total [(psi) (bar)]

$P_v$  = presión de velocidad [(psi) (bar)]

En el análisis de los sistemas de tuberías, las pérdidas de presión comúnmente se expresan en términos de la altura de la columna de fluido equivalente, llamada pérdida de carga  $h_L$ . Note a partir de la estática de fluidos que  $\Delta P = \rho * g * h$  y, por tanto, una diferencia de presión de  $\Delta P$  corresponde a una altura de fluido de  $h = \Delta P / \rho * g$ , la pérdida de carga de tubería se obtiene cuando se divide  $\Delta P_L$  entre  $\rho * g$  para obtener:

#### Formula de Perdida de carga:

Darcy - Weisbach

$$h_L = \frac{\Delta P_L}{\rho * g} = f * \frac{L}{D} * \frac{V_{prom}^2}{2 * g}$$

Hazen - Williams

$$h_L = 3.022 * L * \left(\frac{V}{C}\right)^{1.852} * \frac{1}{D^{1.167}}$$

#### Propiedades Físicas Y Químicas Del Agua

Un fluido (líquidos) se define como un estado de la materia en el que la forma de los cuerpos no es constante, sino que se adapta a la del recipiente que los contiene. La capacidad de fluir es transportar la materia fluida (líquidos) de un lugar a otro (Cengel, 2018).

#### Densidad

La densidad se define como la relación de la masa y el volumen de la sustancia, teniendo en cuenta esta relación (ÇENGEL, 2015), dependiendo de la temperatura ambiente, la densidad del agua es de 1000 kg/m<sup>3</sup> a 4 °C.

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta v}$$

#### Volumen específico

Es el inverso de la densidad ( $\rho$ ) (Cengel, 2018).

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{m^3}{kg}$$

#### Presión

Mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie (área). Pero la presión hidrostática es la parte de la presión debida al peso de un fluido en reposo (ÇENGEL, 2015).

$$P = \frac{F}{A}$$

## Caudal

Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección (área) del ducto (tuberías y cañerías) por la velocidad ( $v'$ ). Normalmente se identifica con el flujo volumétrico que pasa por un volumen seccionado en la unidad de tiempo.

$$Q = A * v' = \frac{V}{t}$$

En otro caso, el caudal es medido en base el diseño y modelo del rociador en su orificio de descarga,

$$Q = k * \text{sqrt}(p)$$

donde:

Q = flujo

k = Coeficiente de la descarga del inyector

p = presión

Para abastecimiento de agua de tuberías se debe considerar que la descarga inicial de agua desde la salida del agua del colector o la conexión para las pruebas de disparo del sistema no sea superior al tiempo máximo de abastecimiento de agua especificado en la tabla 7.2.3.6.1, comenzando a una presión normal y el momento que la conexión para las pruebas se encuentra totalmente abierta.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 1.1 Preliminares

#### 1.1.1 Propósitos

El objeto de las especificaciones descritas a continuación es definir las condiciones de cálculo bajo los cuales se diseñaron las instalaciones de protección contra incendio que se ejecutaron en la bodega 3.

Toda modificación a alguna de sus partes deberá mantener la concordancia funcional con el resto del proyecto y justificación técnica.

#### 3.1.2 Alcance.

Esta especificación cubre los requerimientos mínimos de diseño y las condiciones generales para la provisión de los equipos de sistemas contra incendio.

#### 3.1.3 Normas y Códigos.

Para el diseño de los equipos y la ejecución de los trabajos instalados, deberá respetarse en todo momento las siguientes normas y códigos en su última versión aprobada.

ASTM	American Society for Testing and Materials
ISO	International Organization for Standardization
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AWS	American Welding Society
NFPA	National Fire Protection Association

Se acepta además cualquier norma especificada anteriormente cuya aplicación contribuya a una ejecución exitosa de la instalación. En caso de existir dos normas o estándares que se refieran a la misma materia, se aplicaran la más exigente.

### 3.2 Estudio técnico

#### 3.2.1 Premisa de diseño.

Para bodegas de almacenamiento de papel en rollos se debe instalar sistemas de extinción automatizado, es necesario la colocación de rociadores dentro de la bodega para extinguir posibles conatos de incendios.

### 3.2.2 Condiciones de diseño.

Las condiciones de diseño se basan en el área más crítica a la cual el sistema debe responder en caso de un siniestro.

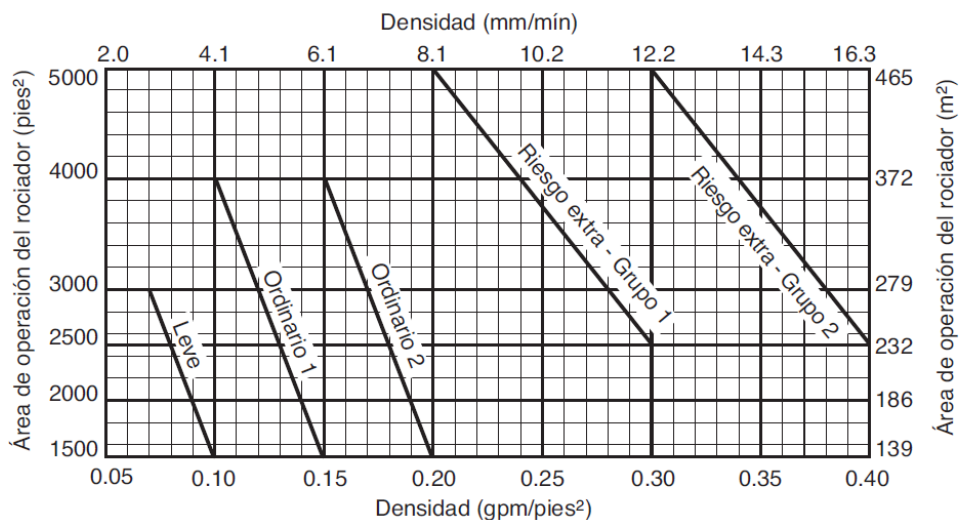
- a. Sistemas de rociadores, se proyecta un sistema de rociadores húmedo con riesgo ordinario grupo 2 con una densidad de diseño de 0.2 GPM/ft<sup>2</sup> para un área máxima de diseño de 1500 ft<sup>2</sup> (139.35 m<sup>2</sup>) según criterio de diseño por método DENSIDAD – AREA (ver figura 18), con una provisión de agua de 60 minutos con una operación simultanea de mangueras interiores y exteriores de 250 GPM (56.78 m<sup>3</sup>/h). Se ha escogido el uso de rociadores ESFR con un área máxima de 100 ft<sup>2</sup> (9.3 m<sup>2</sup>) con un factor K = 14 por rociador para minimizar su número en la distribución total.
- b. Para determinación del total de rociadores se consideró el siguiente criterio de diseño en base a los límites de separación de los rociadores con respecto a la pared, y entre rociadores. Por ejemplo;  
La norma NFPA-13 capítulo 8 indica la separación mínima y máxima entre rociadores y las paredes, cuando la altura ocupacional no exceda de 25 a 30 pies (7.6 a 9.3 m).

Datos	Norma NFPA-13 (metros)	Diseño (metros)
Entre rociador	2.4 a 3.7	2.7 a 3.0
Pared a rociador	1.2 a 1.85	1.38 a 1.53
Altura de almacenamiento al techo	7.6 a 9.3	6.20 a 9.10

*Elaborado por: Autor*

Como resultado se diseñó 16 ramales a una separación de 3 metros entre ramales, cada ramal con 11 rociadores ESFR k-14, y un total de 176 rociadores como se podrá observar en el plano 4.1.5 en el capítulo 4 de resultados.

Los pernos, barillas, abrazaderas para vigas universales, anillo giratorio ajustable, abrazaderas para tubos y soportes son de 3/8 a 1/2 pulgadas de diámetros para sus anclajes como indica el capítulo 9 de la norma NFPA y el anexo 7.



**Figura 18** Curvas densidad/área (13, 2019)

Utilizando el área de la bodega 15500 ft<sup>2</sup> (1440 m<sup>2</sup>) y el área máxima de cobertura por rociador de 100 ft<sup>2</sup> (9.3 m<sup>2</sup>) se determina el número mínimo de rociadores dando como resultado 160 unidades.

- c. Cuartos de bombas, posee un equipo de bombeo de 750 GPM de capacidad para una presión nominal de 150 PSI de acuerdo con las especificaciones del equipo.

### 3.2.3 Descripción del sistema.

El sistema este compuesto por:

- Tanque o cisterna de reserva, que poseerá la capacidad de agua necesaria para responder al funcionamiento del sistema en condiciones de emergencia o mantenimiento exijan la entrega de un suministro constante y permanente de agua contra incendios, el tanque tendrá una capacidad de 330 m<sup>3</sup> para proveer 60 minutos de agua al sistema contra incendio.
- Rociadores, el rociador seleccionado en un TY6236 – PENDENT, K = 14, con un total de 160 rociadores en toda la bodega para cubrir en su totalidad, basados en la NFPA 13, Capítulo 19, Protección de papel en rollos es necesario utilizar 12 rociadores para calcular el área crítica con una presión de trabajo de 50 PSI por rociador, para proceder a los cálculos.

### 3.3 Cálculos.

Los cálculos son realizados con el software SPRINCAD V3.5 por la empresa contratista (BETATRONIC, 2019), utilizando las condiciones de diseños y la descripción del sistema. Los resultados se muestran en las hojas de resumen e información de tuberías y datos de nodos en el capítulo 4, pero se realiza los resultados utilizando las fórmulas de pérdida de presión (psi/ft), pérdida de carga (ft), presión por

velocidad (psi), velocidad de fluido (ft/s), caudal con Factor K (GPM), y constante de rugosidad de las tuberías.

Se realizará y explicará con un ejemplo las condiciones hidráulicas de los rociadores del área de diseño más crítico o demandante de la bodega DIARIA a la cual el sistema debe responder a un conato de incendio, como se muestra en la figura 20.

**Parámetros de diseño;**

Clasificación de riesgo	Riesgo Ordinario Grupo 02
Factor K rociador	14
Área de cobertura por rociador (A)	100 ft <sup>2</sup> (9.3 m <sup>2</sup> )
Densidad (d)	0.2 GPM/ft <sup>2</sup> , 1500 ft <sup>2</sup>
Flujo en el primer rociador	$Q = A*d = 100*0.2 = 20$ GPM

**Zona hidráulicamente más desfavorable (13, 2019);**

Total, de rociadores a calcular = Área de diseño / Área de cobertura

$$1200 / 100 = 12 \text{ rociadores}$$

$$\text{Numero de rociadores en el ramal} = (1.2*A^{0.2}) / S$$

A = Área de diseño

S = Distancia de rociadores en el ramal

$$1.2*(1200^{0.5}) / 10 = 4.16, 4 \text{ rociadores por línea}$$

**Datos de tuberías del diseño;**

Coficiente de rugosidad Hazen-Williams (ver Anexo 4)

C = 120 para acero negro sin costura

Tubería cedula 40 (ver Anexo 8)

ítem	Diámetro tubería (in)	Diámetro interior (in)
1	1 1/4	1.38
2	2	2.067
3	4	4.026

*Elaborado por: Autor*

**Ejemplo Nodo S2 a Nodo 002 (ver figura 20);**

1. La longitud total por accesorios LFT (ver Anexo 8);



Una T y codo 90 de 1-1/4 pulgada su longitud será  $6 + 3 = 9$  ft, y la longitud del nodo 002 al rociador S2 es de 4.71 ft. Dando como longitud total LFT 13.71 ft como se muestra en el ejemplo de la información de los nodos.

2. Perdidas de presión por fricción se calcula con la formula;

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

$$p = \frac{4.52 * 99^{1.85}}{120^{1.85} * 1.38^{4.87}} = 0.6594$$

$$P_f = 0.6594 \text{ (psi/ft)}$$

$$Q = 99 \text{ (GPM)}$$

$$C = 120$$

$$d = 1.38 \text{ (pulgadas)}$$

3. Perdidas de presión

$$P_f * LFT = 0.6594 * 13.71 = 9 \text{ psi}$$

4. Perdidas de presión por elevación

$$P_e = 0.433 * h$$

$$P_e = 0.433 * 4.06$$

$$P_e = 1.08 \text{ psi}$$

$$h = 31.92 - 27.86 = 4.06 \text{ ft}$$

5. Presión Total

$$Q = k * \text{sqrt}(p)$$

$$p = \left(\frac{Q}{k}\right)^2$$

$$P = 50 \text{ psi}$$

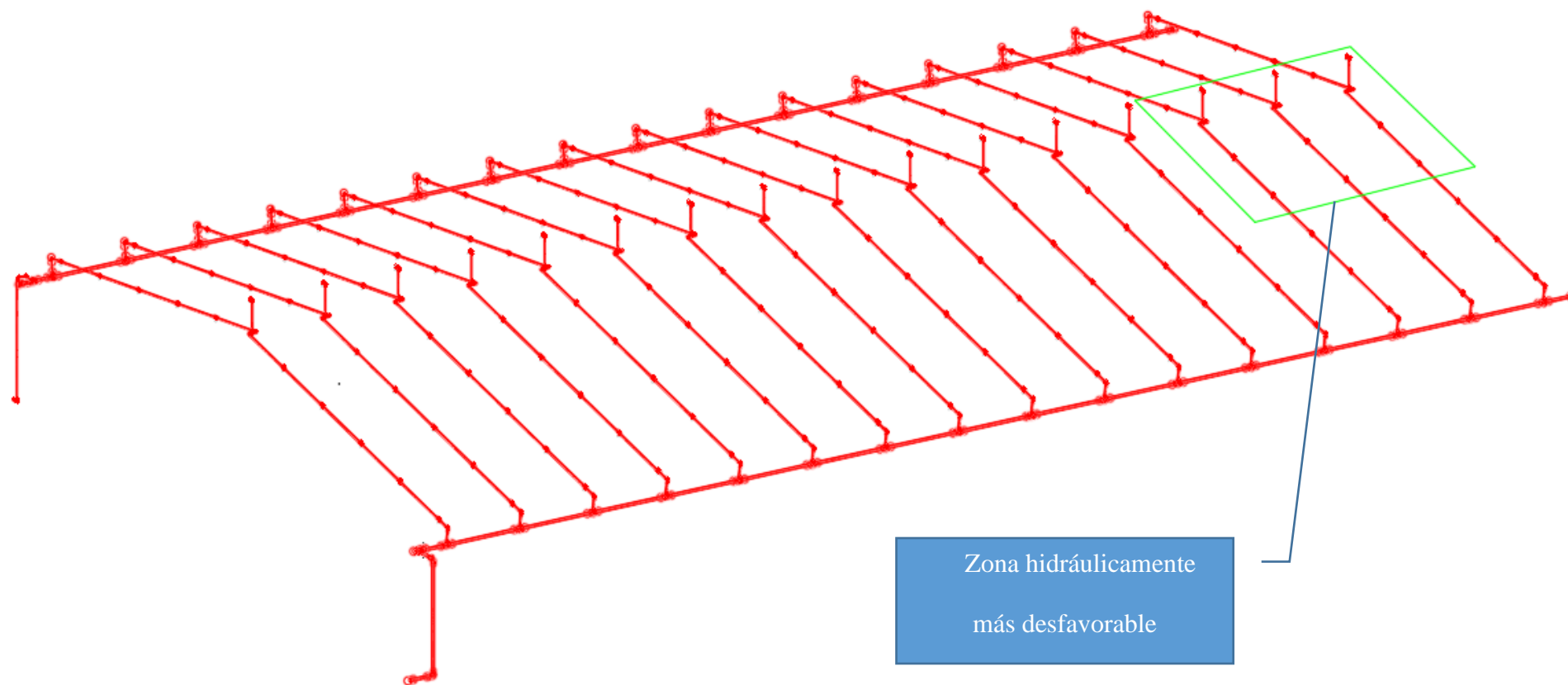
$$Q = 99 \text{ GPM}$$

$$k = 14 \text{ GPM}/(\text{psi}^{0.5})$$

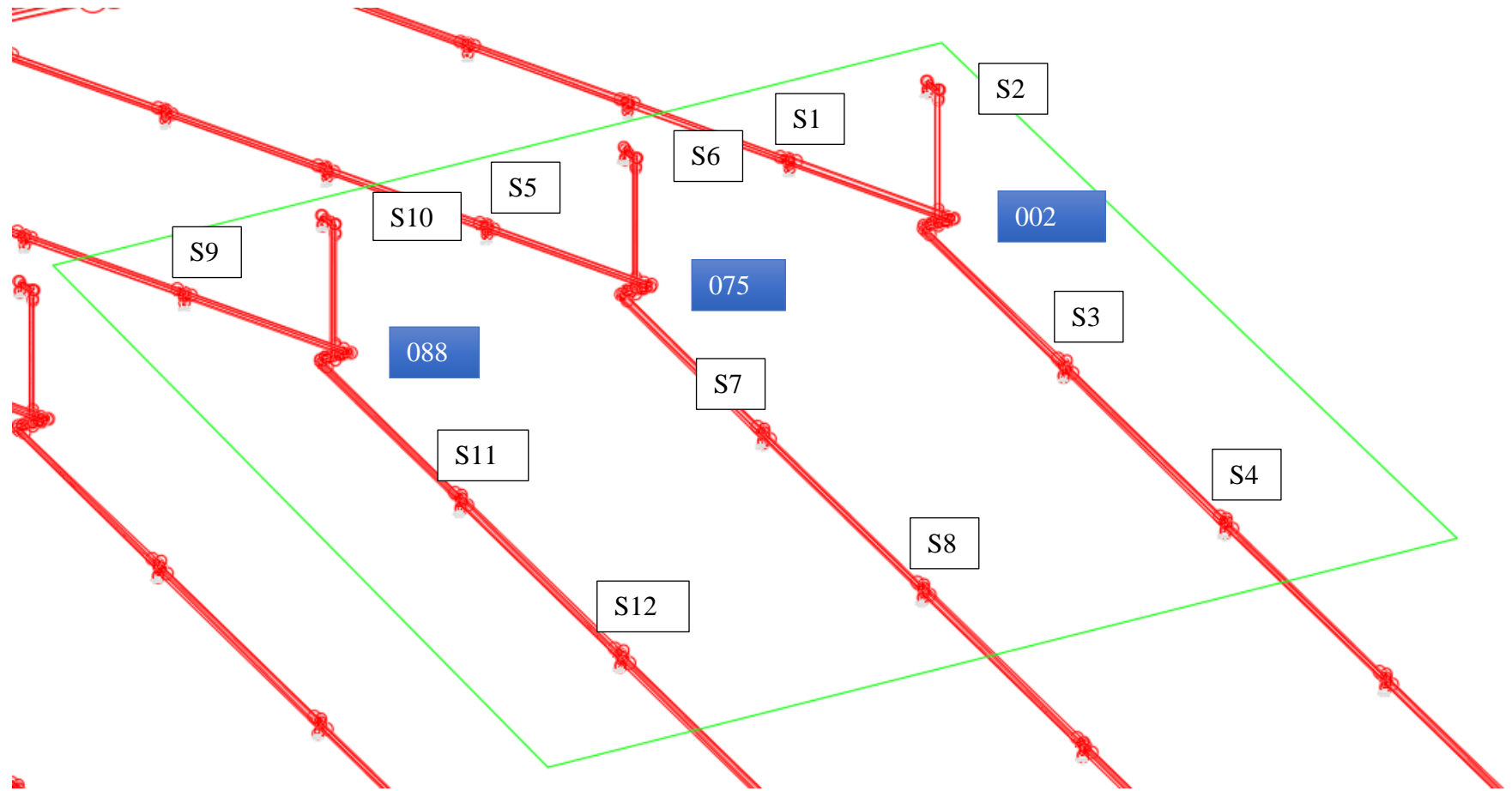
Utilizando estas fórmulas se diseñan los datos del informe de los cálculos hidráulicos del sistema se muestra en el capítulo 4 RESULTADOS. También se explica que cuando se refiere a nodos es de puntos de referencia donde existe variación de presión y caudal, no necesariamente los rociadores como se explicó en el desarrollo del ejemplo y la figura 20.

Node 1 Node 2	Elev 1 Elev 2	K-Factor 1 K-Factor 2	Flow added(q)* Total flow (Q)	Nominal ID Actual ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Factor Pf per ft	total (Pt) elev (Pe) frict (Pf)	NOTES
	(ft)	(gpm/psi <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	
S2 002	31,92 27,86	14	99 99	1,25 1,38	1x(us.Tee-Br)=6 1x(us.90)=3	4,71 9 13,71	120 0,6594	50 1,8 9	
002 S1	27,86 26,5	14	-2 97	2 2,067	1x(us.90)=5	8,72 5 13,72	120 0,0888	60,8 0,6 1,2	
002 S3	27,86 26,32	14	0 2	2 2,067	1x(us.90)=5	10,04 5 15,04	120 0,0001	60,8 0,7 0	
S3 S4	26,32 24,84	14 14	109,8 111,7	2 2,067		9,18 0 9,18	120 0,1154	61,5 0,6 1,1	

*Ejemplo de información de los nodos hidráulicamente más desfavorables (Elaborado por: Autor)*



**Figura 20** *Diseño simétrico de las tuberías y rociadores en la bodega DIARIA (Elaborado por Autor)*



*Zona hidráulicamente más desfavorable (Elaborado por: Autor)*

### 3.3 Proyección económica para la implementación

El presente documento es una proforma económica para el diseño e implementación del sistema contra incendio de rociadores automáticos, como se muestra en la figura 19. Para lo cual la empresa contratada expone los elementos o partes de los accesorios para el diseño en una cotización o presupuesto económico para la instalación.

## PROFORMA N° 9850 - 2018

CLIENTE: EL UNIVERSO  
 ATENCION: ING. RICARDO MONCAYO  
 EMAIL: [moncayo@eluniverso.com](mailto:moncayo@eluniverso.com)  
 TELEFONO : 2490000 ext: 343  
 FECHA: GUAYAQUIL, AGOSTO 9 DEL 2018

POR MEDIO DE LA PRESENTE, NOS ES GRATO DE HACERLES LLEGAR NUESTRA COTIZACIÓN DE:

### SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS BODEGAS C.A. EL UNIVERSO

CANT.	UNID.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
1	U	ACCESORIOS SISTEMA ROCIADORES BODEGA DIARIA	\$ 27,315.34	\$ 27,315.34
176	U	SPRINKLER ESFR-1 PENDENT K=14.0 3/4" NPT NATURAL BRASS 165°F	\$ 26.80	\$ 4,717.31
1	U	CHECK VALVE, 300 PSI VERTICAL 4" TIPO RISER CON TRIM (Manómetros y Valvula de drenaje)	\$ 1,068.20	\$ 1,068.20
1	U	PRESSURE RELIEF TRIM FOR ALARM CHECK VALVES 175 PSI	\$ 117.05	\$ 117.05
1	U	VALVULA MARIPOSA MONITOREADA DE 4"	\$ 228.78	\$ 228.78
1	U	VSR WATERFLOW ALARM SWITCH FOR 4"	\$ 293.18	\$ 293.18
1	U	TEST AND DRAIN VALVE 1 1/4"	\$ 521.36	\$ 521.36
16	U	FIG. 69 DE 4"	\$ 3.53	\$ 56.45
144	U	FIG. 69 DE 2 "	\$ 1.40	\$ 202.18
160	U	BEAM CLAMP DE 3/8"	\$ 4.81	\$ 768.96
16	U	PIPE CLAMP DE 4"	\$ 28.46	\$ 455.28
36	U	FIG. TOLCO 910	\$ 24.18	\$ 870.43
32	U	TEE MECANICA DE 4" X 2" RANURADA	\$ 17.26	\$ 552.38
1	U	TEE MECANICA DE 4" X 1 1/4" ROSCADA	\$ 19.85	\$ 19.85
160	U	STRAP TEE DE 2 " X 3/4" ROSCADO	\$ 7.74	\$ 1,238.40
16	U	STRAP TEE DE 2 " X 1 1/4" ROSCADO	\$ 8.64	\$ 138.24
4	U	TAPON CAP RANURADO DE 4"	\$ 7.63	\$ 30.53
4	U	CODO RANURADO DE 4" X 90°	\$ 14.40	\$ 57.60
1	U	TEE RANURADA DE 4"	\$ 21.38	\$ 21.38
30	U	ACOPLE RANURADO DE 4"	\$ 9.11	\$ 273.24
64	U	CODO RANURADO DE 2 " X 90°	\$ 6.52	\$ 417.02
224	U	ACOPLE RANURADO DE 2 "	\$ 5.09	\$ 1,141.06
16	U	"U" BOLT DE 4" X 1/2"	\$ 6.30	\$ 100.80
110	M	TUBERIA SCH 40 ASTM-53 DE 4" X 6M	\$ 35.19	\$ 3,870.90
496	M	TUBERIA SCH 40 ASTM-53 DE 2 " X 6M	\$ 11.88	\$ 5,892.48
36	M	TUBERIA SCH 40 ASTM-53 DE 1 1/4"	\$ 7.56	\$ 272.16
18	M	TUBERIA SCH 40 ASTM-53 DE 1"	\$ 5.83	\$ 104.98
36	U	CODO ROSCADO DE 1 1/4" X 90°	\$ 3.37	\$ 121.18
32	U	BUSHING 1 1/4" X 3/4"	\$ 3.37	\$ 107.71
1	U	UNION UNIVERSAL DE 1 1/4"	\$ 10.44	\$ 10.44
1	U	CODO ROSCADO DE 1 1/4" X 45°	\$ 1.98	\$ 1.98
5	U	SOPORTERIA TIPO ANGULO SEGÚN NFPA 13	\$ 27.00	\$ 135.00
13	GAL	PINTURA ANTICORROSIVA	\$ 32.40	\$ 421.20
13	GAL	PINTURA SINTETICO ROJO	\$ 39.51	\$ 513.63
30	GAL	DILUYENTE	\$ 10.80	\$ 324.00
1	LOTE	MATERIAL CONSUMIBLE PINTURA	\$ 990.00	\$ 990.00
1	LOTE	MATERIAL CONSUMIBLE VARIOS	\$ 1,260.00	\$ 1,260.00

**Figura 19** Cotización de accesorios para sistema contra incendio  
(BETATRONIC, 2019)

El costo de \$27,315.34 justifica la seguridad y bienestar de la materia prima que es de \$580.250,00 ( $\$0.55 \times 1000 \text{ kg} \times 1055 \text{ unidades}$ ) en materia prima (rollos de papel) como se muestra en el anexo 3. Además, este costo no tiene como objetivo recuperar la inversión, sino evitar pérdidas mayores de la materia prima (Bombero, 2019).

Total, de bobinas o rollos	1055 unidades
Peso por bobina o rollo	1000 kg
Costo por kg	\$0.55
TOTAL	\$580.250,00

*Elaborado por: Autor*

### 3.4.2 NORMA NFPA 13, Capítulo 19 – Protección de papel en rollos

Deben aplicarse los requisitos del Capítulo 12 (Requisitos generales para almacenamiento) excepto por lo modificado en este capítulo para el diseño del sistema de rociadores de la Bodega DIARIA.

Consideraciones para la protección de papel en rollos para la bodega DIARIA;

- El sistema de abastecimiento de agua en la cisterna de la empresa es de 426 m<sup>3</sup> (426000 litros o 112537.3 galones) para los sistemas automáticos de protección contra incendios y es diseñado para una duración mínima de 1 horas.
- Para los rociadores ESFR k-14, la duración del abastecimiento de agua debe ser de 1 hora.
- Deben agregarse por los menos 500 gpm (1900 L/min) a la demanda de los rociadores para la demanda de los chorros de mangueras grandes y pequeñas.
- Para los rociadores ESFR, la asignación de los chorros de mangueras debe ser de 250 gpm (946 L/min).
- Los sistemas de tuberías húmeda deben utilizarse en las áreas de almacenamiento de papel de peso pesado o mediano, y debe protegerse como un ordenamiento cerrado.
- El almacenamiento de las clases de peso pesado o mediano de papel en rollos hasta 10 pies (3.1 metros) de altura debe protegerse con rociadores diseñados para densidades de riesgo ordinario Grupo 2.
- Rociadores de supresión temprana – respuesta rápida (ESFR) para la Protección de Papel en rollos. Cuando la protección del sistema de rociadores automáticos utiliza rociadores ESFR, los criterios del diseño hidráulico deben ser como se especifica en la Tabla 17. La presión de diseño de descarga debe aplicarse al funcionamiento de 12 rociadores.

- El área de protección por rociador no debe ser mayor que  $100 \text{ ft}^2$  ( $9.3 \text{ m}^2$ ) ni ser menor que  $70 \text{ ft}^2$  ( $6.5 \text{ m}^2$ ).

ESFR FactorK	Orientación	Tipo de Sistema	Presión		Altura del Edificio		Peso Pesado						Peso Mediano						Todos los Ordenamientos de Papel de Seda		
							Cerrado		Estándar		Abierto		Cerrado		Estándar		Abierto				
			psi	bar	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m			
14.0 (201)	Montante o colgante	Húmedo	50	3.4																	
16.8 (242)	Montante/ colgante	Húmedo	35	2.4	30	9.1	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	25	7.6	NA
22.4 (322)	Colgante	Húmedo	25	1.7																	
25.2 (363)	Colgante	Húmedo	15	1.0																	

**Tabla 17** Rociadores ESFR para la Protección de Almacenamiento de Papel en rollos (Máxima Altura Permitida del Almacenamiento) (13, 2019)



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de los productos y procesos.

#### 4.1.1 Caracterización de los productos.

La empresa de medios de comunicación., fabrica varios productos por impresión de papel destinados al segmento de los lectores, cada uno de estos productos posee una determinada composición química, características físicas y mecánicas (PAPEL y TINTA como materia prima principal) que velan por el cuidado de la bodega DIARIA.

El modelo estratégico de la empresa es producir bajo pedidos de clientes y existe un stock de seguridad, esto se da principalmente por los requerimientos de la clientela que ordena la fabricación especialmente de productos comerciales (MOVISTAR, CLARO, TIA y otros) con ciertas modificaciones en la tonalidad y la impresión del nombre del producto.

Los otros productos que se fabrican mantienen una gran similitud en el proceso de transformación de la materia prima hasta convertirlo en producto terminado, siendo clave en su diferenciación los subprocesos que se llevan a cabo de forma manual en los centros de actividad, otorgando el acabado final a cada tipo de producto.

Los diferentes de productos que se fabrican se muestran a continuación:

1. SAMBO
2. Suplemento QUE!
3. Revista MOTORES
4. Revista Mi Mundo
5. Productos TIA, Mi Comisariato y AKI
6. Folleto La Revista
7. Periódico EL UNIVERSO
8. Revistas, folletos y clasificados

Estos también se pueden observar en el anexo 2.

Estos productos tienen su base de fabricación con la materia prima que son los rollos de papel, y los tanques de tintas (negro, amarillo, azul, y rojo) como se puede observar en el anexo 3. Y es indispensable la protección de la materia prima con un sistema de 176 rociadores automático contra incendio para un área de 1440 m<sup>2</sup> en la bodega DIARIA.

A continuación, se caracteriza los cálculos y resultados del sistema hidráulico para los rociadores automáticos contra incendio.

#### 4.1.2 Resumen de cálculo.

Nombre del proyecto: Bodega Diaria

Localización del proyecto: Guayaquil, Guayas

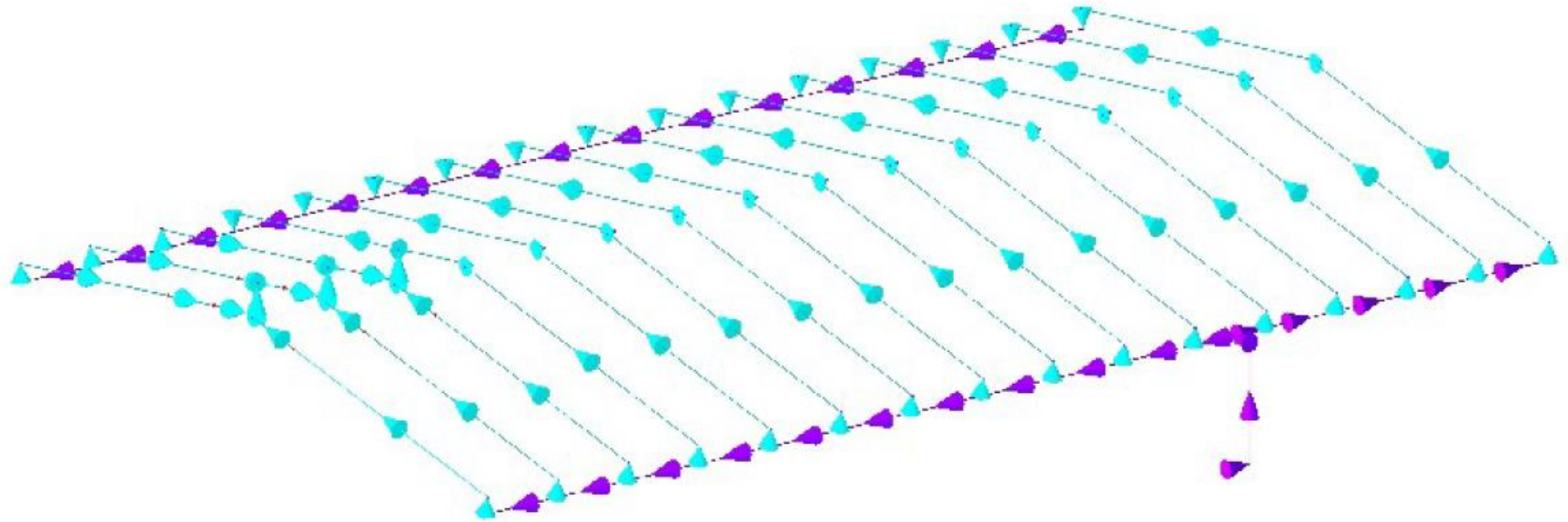
Nombre del área de diseño	Modelo de calculo	Ocupación	Área de aplicación	Total, de Agua	Fuente de presión	Densidad mínima	Presión mínima	Flujo mínimo	Cabezales calculados	Flujos de mangueras	Margen a fuente
			ft <sup>2</sup>	gpm	psi	gpm/ft <sup>2</sup>	psi	gpm	#	gpm	psi
Bodega Diaria	Demanda (HW)	ESFR	1200	1544.6	127.9	0.99	50	99	12	250	-109.7

*Área de Diseño (Elaborado por Autor)*

La empresa cuenta con una reserva de 426 m<sup>3</sup> (1875.62 GPM) para el control en 1 hora. En estas condiciones se realizó los cálculos para el área de diseño para 12 rociadores con una presión de 50 psi en cada uno.



#### 4.1.4 Diagrama del área de diseño: BODEGA DIARIA

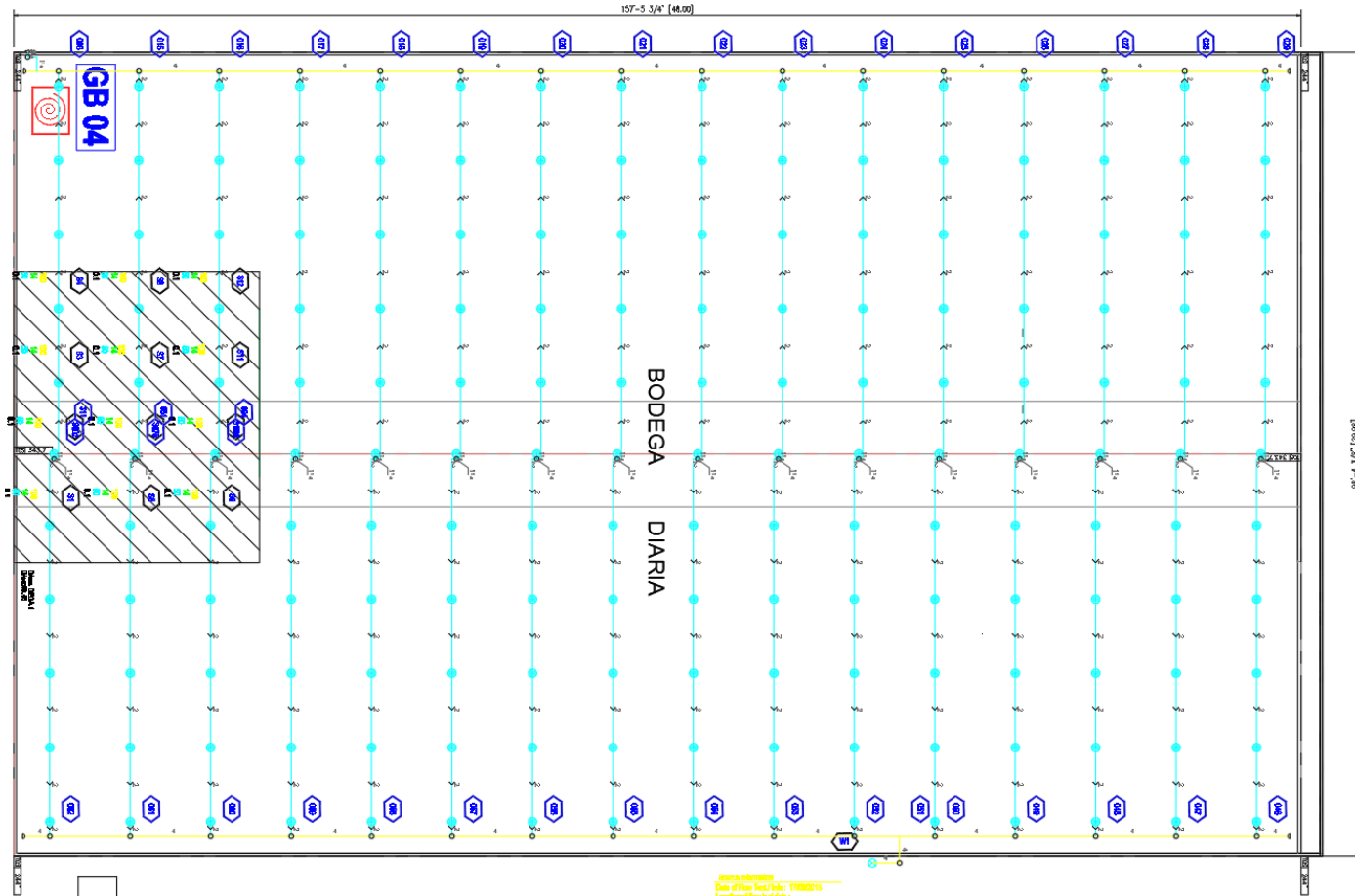


**Archivo:** Empresa de comunicación Bodega DIARIA, Simplificado hidráulico optimizado (Elaborado por Autor)

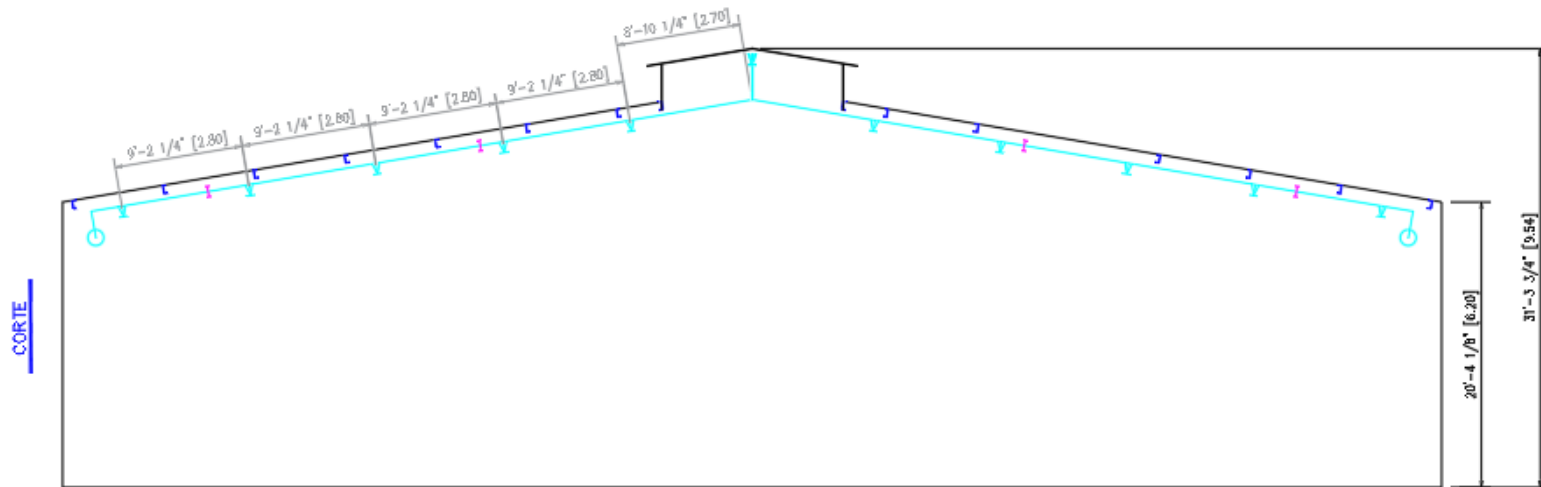


*Mediciones y espaciado de los rociadores, ramales y tuberías (Elaborado por Autor)*

### 4.1.5 Plano



*Bodega DIARIA de la empresa (Elaborado por Autor)*



	proyecto	Zona	Escala: S/E	
	<b>Bodega DIARIA</b>	<b>Bodega Diaria</b>	<b>Diseño: Roberto Mendoza</b>	
	dibujo	Designación	<b>Reviso: Ing. Raul Macias</b>	
	<b>Sistema de extinción de incendio</b>	<b>Rociadores ESFR K-14</b>	<b>Fecha: 15/03/2019</b>	

*Elaborado por: Autor*



#### 4.1.6 Análisis hidráulico para la BODEGA DIARIA

##### Información de cálculo

Modo de cálculo	Demanda
Modelo hidráulico	Hazen-Williams
Nombre fluido	Agua a 60F (15,6C)
Peso del fluido, (lb/ft <sup>3</sup> )	N/A para el cálculo de Hazen-Williams.
Viscosidad dinámica fluida, (lb-s/ft <sup>2</sup> )	N/A para el cálculo de Hazen-Williams.

##### Parámetros de suministro de agua

Suministro 1: W1

Flujo (gpm)	Presión (psi)
0	210
750	150
1125	97.5

Análisis de suministros

Nodo en origen	Presión estática (psi)	Residual Presión (psi)	Flujo (gpm)	Disponibles Presión (psi)	Demanda total (gpm)	Presión requerida (psi)
W1	210	150	750	68	1544.6	127.9

##### Mangueras

Flujo de manguera interior / Demanda de tubo (gpm)

Flujo de manguera exterior (gpm)

Flujo adicional de manguera exterior (gpm) 250

Otro flujo de manguera (definido a medida) (gpm)

-----  
Flujo total de mangueras (gpm) 250

##### Rociadores

Flujo de aspersores Ovehead (gpm) 1294.6

Flujo de aspersor inrack (gpm)

Otro flujo de aspersor (predefinido personalizado) (gpm)

-----

Total, Flujo de aspersores (gpm) 1294.6

### Otros

Margen de seguridad requerido (psi)

W1 - Presión (psi) 127.9

W1 - Flujo (gpm) 1294.6

Demanda sin bomba(s) del sistema N/A

#### 4.1.7 Análisis Hidráulico para: Bodega DIARIA

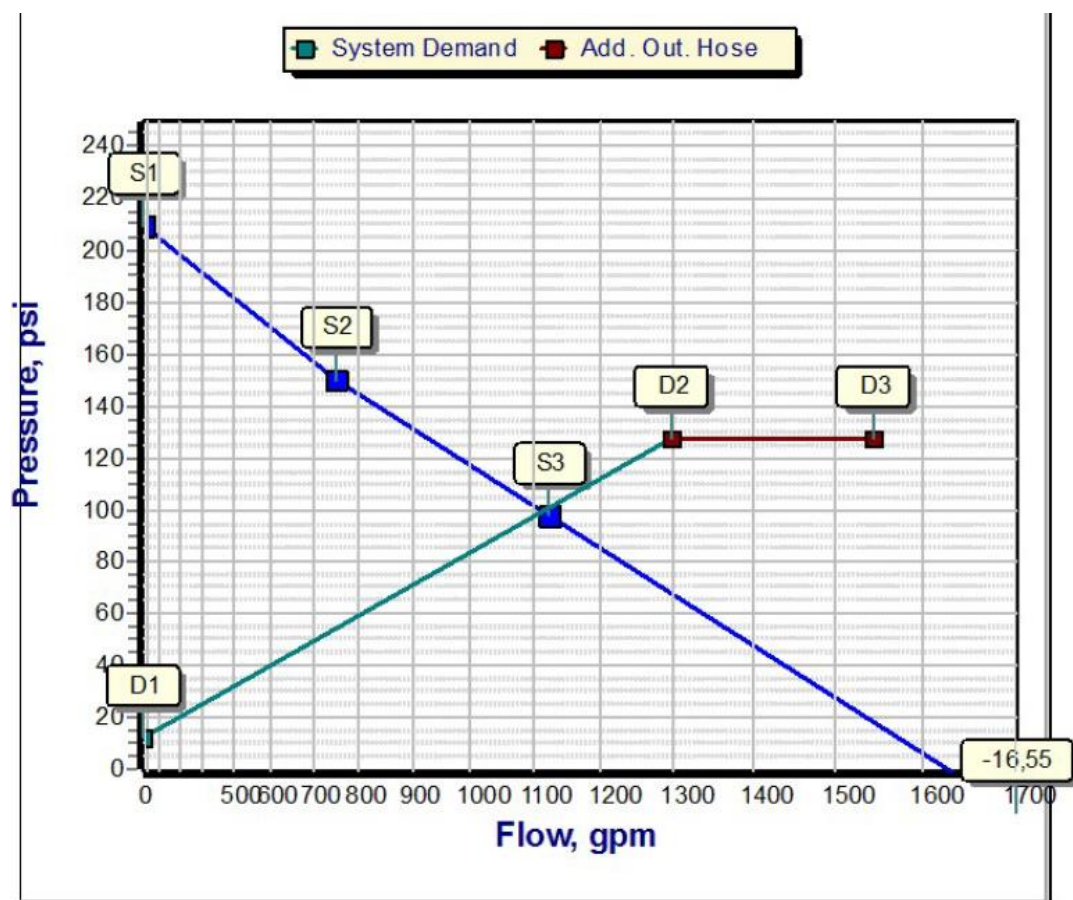


Figura 21 Análisis hidráulico (sprinkCAD, 2019)

#### 4.1.8 Información de cálculos hidráulico

Etiqueta	Descripción		
		Flujo (gpm)	Presión (psi)
S1	#1 de punto de suministro - Estático	0	210
S2	#2 de punto de suministro	750	150
S3	#3 de punto de suministro	1125	97.5
D1	Presión de elevación	0	12.5
D2	Demanda del sistema	1294.6	127.9
D3	Demanda del sistema + Add.Out.Hose	1544.6	127.9

#### Intersecciones de curvas y márgenes de seguridad

Nombre de la curva	intersección		Margen de seguridad	
	Presión (psi)	Flujo (gpm)	Presión (psi)	@ Flujo (gpm)
	99.6	1112.1	-109.7	1544.6

#### Cabezales abiertos o rociadores S 1 al 12

Head Ref.	Head Type	Coverage (ft <sup>2</sup> )	K-Factor (gpm/psi <sup>1/2</sup> )	Required			Calculated		
				Density (gpm/ft <sup>2</sup> )	Flow (gpm)	Pressure (psi)	Density (gpm/ft <sup>2</sup> )	Flow (gpm)	Pressure (psi)
S1	Overhead Sprinkler	100	14	0,1	10	50	1,108	110,8	62,6
S10	Overhead Sprinkler	100	14	0,1	10	50	0,994	99,4	50,4
S11	Overhead Sprinkler	100	14	0,1	10	50	1,102	110,2	62
S12	Overhead Sprinkler	100	14	0,1	10	50	1,117	111,7	63,7
S2	Overhead Sprinkler	100	14	0,1	10	50	0,99	99	50

S3	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,098	109, 8	61,5
S4	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,113	111, 3	63,2
S5	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,109	110, 9	62,7
S6	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	0,991	99,1	50,1
S7	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,099	109, 9	61,6
S8	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,114	111, 4	63,3
S9	Over head Sprin kler	100	14	0,1	10	50	1,112	111, 2	63,1

**Datos de nodos**

Node # Elev	Type Hgroup	K-Fact. Open/Closed	Discharge Overdischarge	Coverage Density	Tot. Pres. Elev. Pres.	Req. Pres. Req. Discharge
ft		gpm/psi <sup>1/2</sup>	gpm	ft <sup>2</sup> gpm/ft <sup>2</sup>	psi	psi gpm
S2 31,92	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	99 89	100 0,99	50 -12,5	50 10
S6 31,92	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	99,1 89,1	100 0,991	50,1 -12,5	50 10
S10 31,92	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	99,4 89,4	100 0,994	50,4 -12,5	50 10
S3 26,32	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	109,8 99,8	100 1,098	61,5 -10	50 10
S7 26,32	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	109,9 99,9	100 1,099	61,6 -10	50 10
S11 26,32	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	110,2 100,2	100 1,102	62 -10	50 10
S1 26,5	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	110,8 100,8	100 1,108	62,6 -10,1	50 10
S5 26,5	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	110,9 100,9	100 1,109	62,7 -10,1	50 10
S9 26,5	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	111,2 101,2	100 1,112	63,1 -10,1	50 10
S4 24,84	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	111,3 101,3	100 1,113	63,2 -9,4	50 10
S8 24,84	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	111,4 101,4	100 1,114	63,3 -9,4	50 10
S12 24,84	Overhead Sprinkler HEAD	14 Open	111,7 101,7	100 1,117	63,7 -9,4	50 10
002 27,86	Node				60,8 -10,7	
075 27,86	Node NOD E				60,9 -10,7	
088 27,86	Node NOD E				61,3 -10,7	
008	Node				85,7	

17,78	NOD E				-6,3	
015 17,78	Node NOD E				85,9 -6,3	
016 17,78	Node NOD E				86,5 -6,3	
062 17,78	Node NOD E				86,9 -6,3	
061 17,78	Node NOD E				87 -6,3	
060 17,78	Node NOD E				87,5 -6,3	
017 17,78	Node NOD E				87,7 -6,3	
059 17,78	Node NOD E				88,6 -6,3	
018 17,78	Node NOD E				88,8 -6,3	
058 17,78	Node NOD E				89,7 -6,3	
019 17,78	Node NOD E				89,9 -6,3	
020 17,78	Node NOD E				90,9 -6,3	

**Datos de nodos**

Node # Elev	Type Hgroup	K-Fact. Open/Closed	Discharge Overdischarge	Coverage Density	Tot. Pres. Elev. Pres.	Req. Pres. Req. Discharge
ft		gpm/psi <sup>1/2</sup>	gpm gpm	ft <sup>2</sup> gpm/ft <sup>2</sup>	psi psi	psi gpm
057 17,78	Node NOD E				90,9 -6,3	
021 17,78	Node NOD E				91,8 -6,3	
056 17,78	Node NOD E				92,2 -6,3	
022 17,78	Node NOD E				92,6 -6,3	
023 17,78	Node NOD E				93,3 -6,3	
055 17,78	Node NOD E				93,6 -6,3	
024 17,78	Node NOD E				93,9 -6,3	
025 17,78	Node NOD E				94,3 -6,3	
026 17,78	Node NOD E				94,6 -6,3	
027 17,78	Node NOD E				94,8 -6,3	
028 17,78	Node NOD E				94,8 -6,3	

029 17,78	Node NOD E				94,9 -6,3	
054 17,78	Node NOD E				95,2 -6,3	
053 17,78	Node NOD E				96,9 -6,3	
052 17,78	Node NOD E				98,8 -6,3	
046 17,78	Node NOD E				102,6 -6,3	
047 17,78	Node NOD E				102,7 -6,3	
048 17,78	Node NOD E				102,7 -6,3	
049 17,78	Node NOD E				102,9 -6,3	
050 17,78	Node NOD E				103,2 -6,3	
051 17,78	Node NOD E				104,3 -6,3	
W1 3,17	Supply SUPP LY		-1294,6		127,9 0	



### Datos de tuberías

Pipe Ref.	Type	Start	End	Schedule	Size	Length	Fittings	Eq. Len.	Total Len.
						ft		ft	ft
072	Brlin e	002	S2	40	1.25	4,71	1(us.Tee-Br);1(us.90);	9	13,71
071	Brlin e	S1	002	40	2	8,72	1(us.90);	5	13,72
006	Brlin e	062	S1	40	2	41,25	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	56,25
008	Cmai n	061	062	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
009	Cmai n	060	061	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
010	Cmai n	059	060	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
011	Cmai n	058	059	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
012	Cmai n	057	058	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
013	Cmai n	056	057	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
014	Cmai n	055	056	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
015	Cmai n	054	055	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
016	Cmai n	053	054	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
017	Cmai n	052	053	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
018	Cmai n	051	052	40	4	5,52	1(us.Tee-Br);	20	25,52
331	Cmai n	W1	051	40	4	21,14	2(us.90);	20	41,14
090	Brlin e	075	S6	40	1.25	4,71	1(us.Tee-Br);1(us.90);	9	13,71
083	Brlin e	S5	075	40	2	8,72	1(us.90);	5	13,72
089	Brlin e	061	S5	40	2	41,25	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	56,25

108	Brlin e	088	S10	40	1.25	4,71	1(us.Tee-Br);1(us.90);	9	13,71
101	Brlin e	S9	088	40	2	8,72	1(us.90);	5	13,72
107	Brlin e	060	S9	40	2	41,25	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	56,25
067	Brlin e	S4	S3	40	2	9,18			
062	Brlin e	008	S4	40	2	32,04	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	47,04
055	Cmai n	015	008	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
054	Cmai n	016	015	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
053	Cmai n	017	016	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
052	Cmai n	018	017	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
051	Cmai n	019	018	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
050	Cmai n	020	019	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
049	Cmai n	021	020	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
048	Cmai n	022	021	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
047	Cmai n	023	022	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
046	Cmai n	024	023	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
045	Cmai n	025	024	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
044	Cmai n	026	025	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
043	Cmai n	027	026	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
042	Cmai n	028	027	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
041	Cmai n	029	028	40	4	9,84	1(us.Tee-Br);	20	29,84

025	Brlin e	046	029	40	2	101,23	1(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee-Run);	30	131,23
023	Cmain	047	046	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
022	Cmain	048	047	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
021	Cmain	049	048	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
020	Cmain	050	049	40	4	9,84	1(us.Tee-Run);		
019	Cmain	051	050	40	4	4,33	1(us.Tee-Br);	20	24,33
079	Brlin e	S8	S7	40	2	9,18			
074	Brlin e	015	S8	40	2	32,04	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	47,04
097	Brlin e	S12	S11	40	2	9,18			

#### Datos de tuberías

Pipe Ref.	Type	Start	End	Schedule	Size	Length	Fittings	Eq.Len.	Total Len.
						ft		ft	ft
092	Brlin e	016	S12	40	2	32,04	1(us.Tee-Br);1(us.90);	15	47,04
068	Brlin e	S3	002	40	2	10,04	1(us.90);	5	15,04
080	Brlin e	S7	075	40	2	10,04	1(us.90);	5	15,04
098	Brlin e	S11	088	40	2	10,04	1(us.90);	5	15,04
125	Brlin e	059	017	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee-Run);	40	141,23
143	Brlin e	058	018	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee-Run);	40	141,23
161	Brlin e	057	019	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee-Run);	40	141,23
179	Brlin e	056	020	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee-Run);	40	141,23

197	Brlin e	055	021	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
215	Brlin e	054	022	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
233	Brlin e	053	023	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
251	Brlin e	052	024	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
269	Brlin e	050	025	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
287	Brlin e	049	026	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
305	Brlin e	048	027	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23
323	Brlin e	047	028	40	2	101,23	2(us.Tee-Br);4(us.90);1(us.Tee- Ru n);	40	141,23

**INFORMACIÓN DE LOS**

**ROCIADORES**

NODE 1	ELEV 1	K-FACTOR 1	FLOW ADDED(Q)*	NOMINAL ID	FITTINGS QUANTITY X (NAME) = LENGTH	LENGTH	C FACTOR	TOTAL (PT)	NOTES
NODE 2	ELEV 2	K-FACTOR 2	TOTAL FLOW (Q)	ACTUAL ID			PF PER FT	ELEV (PE) FRICT (PF)	
	(FT)	(GPM/PSI <sup>1/2</sup> )	(GPM)	(IN)	(FT)	(FT)	(PSI)	(PSI)	
S2	31,9	14	99	1,25	1X(US.TEE-BR)=6	4,71	120	50	
002	27,8		99	1,38	1X(US.90)=3	9	0,659	1,8	
	6					13,7	4	9	
						1			
002	27,8		-2	2	1X(US.90)=5	8,72	120	60,8	
S1	26,5	14	97	2,067		5	0,088	0,6	
						13,7	8	1,2	
						2			
S1	26,5	14	110,8	2	1X(US.TEE-BR)=10	41,2	120	62,6	
062	17,7		207,8	2,067	1X(US.90)=5	15	0,363	3,8	
	8					56,2	9	20,5	
						5			
062	17,7		0	4		9,84	120	86,9	
	8								
061	17,7		207,8	4,026		0	0,014	0	
	8					9,84	2	0,1	
061	17,7		207,9	4		9,84	120	87	
	8								
060	17,7		415,7	4,026		0	0,051	0	

	8					9,84	1	0,5	
060	17,7 8		208,4	4		9,84	120	87,5	
059	17,7 8		624,1	4,026		0	0,108 6	0	
						9,84		1,1	
059	17,7 8		23	4		9,84	120	88,6	
058	17,7 8		647,2	4,026		0	0,116 1	0	
						9,84		1,1	
058	17,7 8		23	4		9,84	120	89,7	
057	17,7 8		670,2	4,026		0	0,123 9	0	
						9,84		1,2	
057	17,7 8		25,1	4		9,84	120	90,9	
056	17,7 8		695,3	4,026		0	0,132 6	0	
						9,84		1,3	
056	17,7 8		29	4		9,84	120	92,2	
055	17,7 8		724,3	4,026		0	0,143	0	
						9,84		1,4	
055	17,7 8		34,4	4		9,84	120	93,6	
054	17,7 8		758,7	4,026		0	0,155 8	0	
						9,84		1,5	
054	17,7 8		41,2	4		9,84	120	95,2	
053	17,7 8		799,9	4,026		0	0,171 9	0	
						9,84		1,7	
053	17,7 8		49,2	4		9,84	120	96,9	
052	17,7 8		849,1	4,026		0	0,192	0	

						9,84		1,9	
052	17,7 8		58,3	4	1X(US.TEE- BR)=20	5,52	120	98,8	
051	17,7 8		907,4	4,026		20	0,217 1	0	
						25,5 2		5,5	
051	17,7 8		387,2	4	2X(US.90)=20	21,1 4	120	104,3	
W1	3,17		1294,6	4,026		20	0,419 2	6,3	
						41,1 4		17,2	
S6	31,9 2	14	99,1	1,25	1X(US.TEE- BR)=6	4,71	120	50,1	
075	27,8 6		99,1	1,38	1X(US.90)=3	9	0,660 6	1,8	
						13,7 1		9,1	
075	27,8 6		-2	2	1X(US.90)=5	8,72	120	60,9	
S5	26,5	14	97,1	2,067		5	0,088 9	0,6	
						13,7 2		1,2	
S5	26,5	14	110,9	2	1X(US.TEE- BR)=10	41,2 5	120	62,7	
061	17,7 8		207,9	2,067	1X(US.90)=5	15	0,364 4	3,8	
						56,2 5		20,5	
S10	31,9 2	14	99,4	1,25	1X(US.TEE- BR)=6	4,71	120	50,4	
088	27,8 6		99,4	1,38	1X(US.90)=3	9	0,664 9	1,8	
						13,7 1		9,1	

**INFORMACIÓN DE LOS**

**ROCIADORES**

Node 1 Node 2	Elev 1 Elev 2	K-Factor 1 K-Factor 2	Flow added(q)* Total flow (Q)	Nominal ID Actual ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Factor Fr Pf per ft	total (Pt) elev (Pe) frict (Pf)	NOTES
	(ft)	(gpm/psi <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	
088 S9	27,86 26,5	14	-2,2 97,2	2 2,067	1x(us.90)=5	8,72 5 13,7 2	120 0,089 1	61,3 0,6 1,2	
S9 060	26,5 17,78	14	111,2 208,4	2 2,067	1x(us.Tee-Br)=10 1x(us.90)=5	41,2 5 15 56,2 5	120 0,366	63,1 3,8 20,6	
S3 S4	26,32 24,84	14 14	109,8 111,7	2 2,067		9,18 0 9,18	120 0,115 4	61,5 0,6 1,1	
S4 008	24,84 17,78	14	111,3 223	2 2,067	1x(us.Tee-Br)=10 1x(us.90)=5	32,0 4 15 47,0 4	120 0,414 8	63,2 3,1 19,5	
008 015	17,78 17,78		0 223	4 4,026		9,84 0 9,84	120 0,016 1	85,7 0 0,2	
015 016	17,78 17,78		223,3 446,3	4 4,026		9,84 0 9,84	120 0,058 3	85,9 0 0,6	
016	17,78		224,2	4		9,84	120	86,5	



017	17,78		670,5	4,026		0	0,123	0
						9,84	9	1,2
017	17,78		-23	4		9,84	120	87,7
018	17,78		647,5	4,026		0	0,116	0
						9,84	2	1,1
018	17,78		-23	4		9,84	120	88,8
019	17,78		624,4	4,026		0	0,108	0
						9,84	6	1,1
019	17,78		-25,1	4		9,84	120	89,9
020	17,78		599,3	4,026		0	0,100	0
						9,84	7	1
020	17,78		-29	4		9,84	120	90,9
021	17,78		570,4	4,026		0	0,091	0
						9,84	9	0,9
021	17,78		-34,4	4		9,84	120	91,8
022	17,78		535,9	4,026		0	0,081	0
						9,84	9	0,8
022	17,78		-41,2	4		9,84	120	92,6
023	17,78		494,7	4,026		0	0,070	0
						9,84	6	0,7
023	17,78		-49,2	4		9,84	120	93,3
024	17,78		445,5	4,026		0	0,058	0
						9,84	1	0,6
024	17,78		-58,3	4		9,84	120	93,9
025	17,78		387,2	4,026		0	0,044	0
						9,84	8	0,4
025	17,78		-80,6	4		9,84	120	94,3
026	17,78		306,7	4,026		0	0,029	0
						9,84	1	0,3
026	17,78		-77,7	4		9,84	120	94,6
027	17,78		229	4,026		0	0,016	0

						9,84	9	0,2	
027	17,78		-76	4		9,84	120	94,8	
028	17,78		152,9	4,026		0	0,008	0	
						9,84		0,1	
028	17,78		-75,2	4	1x(us.Tee-Br)=20	9,84	120	94,8	
029	17,78		77,7	4,026		20	0,002	0	
							3		
						29,8		0,1	
						4			

## INFORMACIÓN DE LOS

### ROCIADORES

Node	Elev	K-Factor	Flow added(q)* Total flow (Q)	Nominal ID Actual ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Factor per ft	total (Pt) elev (Pe) frict (Pf)	NOTES
	(ft)	(gpm/p si <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	
029	17,78		0	2	1x(us.Tee-Br)=10	101, 23	120	94,9	
046	17,78		77,7	2,067	4x(us.90)=20	30  131, 23	0,058 9	0  7,7	
046	17,78		0	4		9,84	120	102,6	
047	17,78		77,7	4,026		0	0,002 3	0	
047	17,78		75,2	4		9,84	120	102,7	
048	17,78		152,9	4,026		0	0,008	0	
						9,84		0,1	
048	17,78		76	4		9,84	120	102,7	
049	17,78		229	4,026		0	0,016 9	0	
						9,84		0,2	
049	17,78		77,7	4		9,84	120	102,9	
050	17,78		306,7	4,026		0	0,029 1	0	
						9,84		0,3	
050	17,78		80,6	4	1x(us.Tee-Br)=20	4,33	120	103,2	
051	17,78		387,2	4,026		20  24,3 3	0,044 8	0	
								1,1	
S7	26,32	14	109,9	2		9,18	120	61,6	
S8	24,84	14	111,9	2,067		0	0,115 7	0,6	

						9,18		1,1	
S8	24,84	14	111,4	2	1x(us.Tee-Br)=10	32,0 4	120	63,3	
015	17,78		223,3	2,067	1x(us.90)=5	15 47,0 4	0,415 7	3,1 19,6	
S11	26,32	14	110,2	2		9,18	120	62	
S12	24,84	14	112,5	2,067		0 9,18	0,116 8	0,6 1,1	
S12	24,84	14	111,7	2	1x(us.Tee-Br)=10	32,0 4	120	63,7	
016	17,78		224,2	2,067	1x(us.90)=5	15 47,0 4	0,419	3,1 19,7	
002	27,86		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	60,8	
S3	26,32	14	2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
075	27,86		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	60,9	
S7	26,32	14	2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
088	27,86		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	61,3	
S11	26,32	14	2,2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
017	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	87,7	
059	17,78		23	2,067	4x(us.90)=20	40 141, 23	0,006 2	0 0,9	
018	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,	120	88,8	

058	17,78		23	2,067	4x(us.90)=20	23 40 141, 23	0,006 2	0 0,9	
019	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	89,9	
057	17,78		25,1	2,067	4x(us.90)=20	40 141, 23	0,007 3	0 1	
020	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	90,9	
056	17,78		29	2,067	4x(us.90)=20	40 141, 23	0,009 5	0 1,3	
021	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	91,8	
055	17,78		34,4	2,067	4x(us.90)=20	40 141, 23	0,013	0 1,8	
022	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	92,6	
054	17,78		41,2	2,067	4x(us.90)=20	40 141, 23	0,018 2	0 2,6	

**INFORMACIÓN DE LOS**

**ROCIADORES**

Node 1 Node 2	Elev 1 Elev 2	K-Factor 1 K-Factor 2	Flow added(q)* Total flow (Q)	Nomin al ID Actual ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Facto r Pf per ft	total (Pt) elev (Pe) frict (Pf)	NOTES
	(ft)	(gpm/ psi <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	
023	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	93,3	
053	17,78		49,2	2,067	4x(us.90)=20	40  141, 23	0,025 2	0  3,6	
024	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	93,9	
052	17,78		58,3	2,067	4x(us.90)=20	40  141, 23	0,034 6	0  4,9	
025	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	94,3	
050	17,78		80,6	2,067	4x(us.90)=20	40  141, 23	0,062 9	0  8,9	
026	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	94,6	
049	17,78		77,7	2,067	4x(us.90)=20	40  141, 23	0,058 9	0  8,3	
027	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	94,8	
048	17,78		76	2,067	4x(us.90)=20	40  141, 23	0,056 5	0  8	

028	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	94,8	
047	17,78		75,2	2,067	4x(us.90)=20	40	0,055 4	0	
						141, 23		7,8	

\* Descarga mostrada solo para nodos que fluyen

## INFORMACIÓN DE LOS

### ROCIADORES

Node 1	Elev 1	K-Factor 1	Flow added (q)	Nominal ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Factor per ft	total elev (Pt) (Pe) frict (Pf)	NOTES
Node 2	Elev 2	K-Factor 2	Total flow (Q)	Actual ID					
	(ft)	(gpm/psi <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	

#### Path No: 1

S2	31,9	14	99	1,25	1x(us.Tee-Br)=6	4,71	120	50	
002	27,8		99	1,38	1x(us.90)=3	9	0,659	1,8	
	6					13,7	4	9	
						1			
002	27,8		-2	2	1x(us.90)=5	8,72	120	60,8	
S1	26,5	14	97	2,067		5	0,088	0,6	
						13,7	8	1,2	
						2			
S1	26,5	14	110,8	2	1x(us.Tee-Br)=10	41,2	120	62,6	
062	17,7		207,8	2,067	1x(us.90)=5	15	0,363	3,8	
	8					56,2	9	20,5	
						5			
062	17,7		0	4		9,84	120	86,9	
061	17,7		207,8	4,026		0	0,014	0	
	8					9,84	2	0,1	
061	17,7		207,9	4		9,84	120	87	
060	17,7		415,7	4,026		0	0,051	0	



	8					9,84	1	0,5	
060	17,7 8		208,4	4		9,84	120	87,5	
059	17,7 8		624,1	4,026		0	0,108 6	0	
						9,84		1,1	
059	17,7 8		23	4		9,84	120	88,6	
058	17,7 8		647,2	4,026		0	0,116 1	0	
						9,84		1,1	
058	17,7 8		23	4		9,84	120	89,7	
057	17,7 8		670,2	4,026		0	0,123 9	0	
						9,84		1,2	
057	17,7 8		25,1	4		9,84	120	90,9	
056	17,7 8		695,3	4,026		0	0,132 6	0	
						9,84		1,3	
056	17,7 8		29	4		9,84	120	92,2	
055	17,7 8		724,3	4,026		0	0,143	0	
						9,84		1,4	
055	17,7 8		34,4	4		9,84	120	93,6	
054	17,7 8		758,7	4,026		0	0,155 8	0	
						9,84		1,5	
054	17,7 8		41,2	4		9,84	120	95,2	
053	17,7 8		799,9	4,026		0	0,171 9	0	
						9,84		1,7	
053	17,7 8		49,2	4		9,84	120	96,9	
052	17,7 8		849,1	4,026		0	0,192	0	

						9,84		1,9	
052	17,7 8		58,3	4	1x(us.Tee-Br)=20	5,52	120	98,8	
051	17,7 8		907,4	4,026		20	0,217 1	0	
						25,5 2		5,5	
051	17,7 8		387,2	4	2x(us.90)=20	21,1 4	120	104,3	
W1	3,17		1294,6	4,026		20	0,419 2	6,3	
						41,1 4		17,2	
<b>W1</b>							<b>127,9</b>		

**INFORMACIÓN DE LOS  
ROCIADORES**

**Path No: 2**

S6	31,9 2	14	99,1	1,25	1x(us.Tee-Br)=6	4,71	120	50,1	
075	27,8 6		99,1	1,38	1x(us.90)=3	9	0,660 6	1,8	
						13,7 1		9,1	
075	27,8 6		-2	2	1x(us.90)=5	8,72	120	60,9	
S5	26,5	14	97,1	2,067		5	0,088 9	0,6	
						13,7 2		1,2	
S5	26,5	14	110,9	2	1x(us.Tee-Br)=10	41,2 5	120	62,7	
061	17,7 8		207,9	2,067	1x(us.90)=5	15	0,364 4	3,8	
						56,2 5		20,5	
<b>061</b>								<b>87</b>	

**Path No: 3**

S10	31,9 2	14	99,4	1,25	1x(us.Tee-Br)=6	4,71	120	50,4	
088	27,8 6		99,4	1,38	1x(us.90)=3	9	0,664 9	1,8	
						13,7 1		9,1	
088	27,8 6		-2,2	2	1x(us.90)=5	8,72	120	61,3	
S9	26,5	14	97,2	2,067		5	0,089 1	0,6	
						13,7 2		1,2	

S9	26,5	14	111,2	2	1x(us.Tee-Br)=10	41,2	120	63,1	
060	17,7 8		208,4	2,067	1x(us.90)=5	5 15	0,366	3,8	
						56,2 5		20,6	
<b>060</b>								<b>87,5</b>	

**INFORMACIÓN DE LOS  
ROCIADORES**

**Path No: 4**

S3	26,3 2	14	109,8	2		9,18	120	61,5	
S4	24,8 4	14	111,7	2,067		0 9,18	0,115 4	0,6 1,1	
S4	24,8 4	14	111,3	2	1x(us.Tee-Br)=10	32,0 4	120	63,2	
008	17,7 8		223	2,067	1x(us.90)=5	15 47,0 4	0,414 8	3,1 19,5	
008	17,7 8		0	4		9,84	120	85,7	
015	17,7 8		223	4,026		0 9,84	0,016 1	0 0,2	
015	17,7 8		223,3	4		9,84	120	85,9	
016	17,7 8		446,3	4,026		0 9,84	0,058 3	0 0,6	
016	17,7 8		224,2	4		9,84	120	86,5	
017	17,7 8		670,5	4,026		0 9,84	0,123 9	0 1,2	
017	17,7 8		-23	4		9,84	120	87,7	
018	17,7 8		647,5	4,026		0 9,84	0,116 2	0 1,1	
018	17,7 8		-23	4		9,84	120	88,8	
019	17,7 8		624,4	4,026		0 9,84	0,108 6	0 1,1	

019	17,7 8		-25,1	4		9,84	120	89,9	
020	17,7 8		599,3	4,026		0	0,100 7	0	
						9,84		1	
020	17,7 8		-29	4		9,84	120	90,9	
021	17,7 8		570,4	4,026		0	0,091 9	0	
						9,84		0,9	
021	17,7 8		-34,4	4		9,84	120	91,8	
022	17,7 8		535,9	4,026		0	0,081 9	0	
						9,84		0,8	
022	17,7 8		-41,2	4		9,84	120	92,6	
023	17,7 8		494,7	4,026		0	0,070 6	0	
						9,84		0,7	
023	17,7 8		-49,2	4		9,84	120	93,3	
024	17,7 8		445,5	4,026		0	0,058 1	0	
						9,84		0,6	
024	17,7 8		-58,3	4		9,84	120	93,9	
025	17,7 8		387,2	4,026		0	0,044 8	0	
						9,84		0,4	
025	17,7 8		-80,6	4		9,84	120	94,3	
026	17,7 8		306,7	4,026		0	0,029 1	0	
						9,84		0,3	
026	17,7 8		-77,7	4		9,84	120	94,6	
027	17,7 8		229	4,026		0	0,016 9	0	
						9,84		0,2	
027	17,7		-76	4		9,84	120	94,8	

028	8 17,7 8		152,9	4,026		0	0,008	0	
						9,84		0,1	
028	8 17,7 8		-75,2	4	1x(us.Tee-Br)=20	9,84	120	94,8	
029	8 17,7 8		77,7	4,026		20	0,002 3	0	
						29,8 4		0,1	
029	8 17,7 8		0	2	1x(us.Tee-Br)=10	101, 23	120	94,9	
046	8 17,7 8		77,7	2,067	4x(us.90)=20	30	0,058 9	0	
						131, 23		7,7	
046	8 17,7 8		0	4		9,84	120	102,6	
047	8 17,7 8		77,7	4,026		0	0,002 3	0	
						9,84		0,0	
047	8 17,7 8		75,2	4		9,84	120	102,7	
048	8 17,7 8		152,9	4,026		0	0,008	0	
						9,84		0,1	

## INFORMACIÓN DE LOS

### ROCIADORES

Node 1 Node 2	Elev 1 Elev 2	K- Factor 1 K- Factor 2	Flow added (q) Total flow (Q)	Nomin al ID Actual ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Facto r Pf per ft	total (Pt) elev (Pe) frict (Pf)	NOTES
	(ft)	(gpm/p si½)	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	
048 049	17,78 17,78		76 229	4 4,026		9,84 0	120 0,016	102,7 0	
						9,84		0,2	
049 050	17,78 17,78		77,7 306,7	4 4,026		9,84 0	120 0,029	102,9 0	
						9,84		0,3	
050 051	17,78 17,78		80,6 387,2	4 4,026	1x(us.Tee-Br)=20	4,33 20	120 0,044	103,2 0	
						24,3 3		1,1	
<b>051</b>								<b>104,3</b>	

#### Path No: 5

S7	26,3 2	14	109,9	2		9,18	120	61,6	
S8	24,8 4	14	111,9	2,067		0	0,115	0,6	
						9,18		1,1	
S8	24,8 4	14	111,4	2	1x(us.Tee-Br)=10	32,0 4	120	63,3	
015	17,7 8		223,3	2,067	1x(us.90)=5	15	0,415	3,1	
						47,0 4		19,6	
<b>015</b>								<b>85,9</b>	



**Path No: 6**

S11	26,3 2	14	110,2	2		9,18	120	62	
S12	24,8 4	14	112,5	2,067		0 9,18	0,116 8	0,6 1,1	
S12	24,8 4	14	111,7	2	1x(us.Tee-Br)=10	32,0 4	120	63,7	
016	17,7 8		224,2	2,067	1x(us.90)=5	15 47,0 4	0,419	3,1 19,7	
<b>016</b>								<b>86,5</b>	

**Path No: 7**

002	27,8 6		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	60,8	
S3	26,3 2	14	2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
<b>S3</b>								<b>61,5</b>	

**Path No: 8**

075	27,8 6		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	60,9	
S7	26,3 2	14	2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
<b>S7</b>								<b>61,6</b>	

**Path No: 9**

088	27,8 6		0	2	1x(us.90)=5	10,0 4	120	61,3	
-----	-----------	--	---	---	-------------	-----------	-----	------	--

S11	26,3 2	14	2,2	2,067		5 15,0 4	0,000 1	0,7 0	
<b>S11</b>								<b>62</b>	

**Path No: 10**

017	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	87,7	
059	17,7 8		23	2,067	4x(us.90)=20	40	0,006 2	0	
						141, 23		0,9	
<b>059</b>								<b>88,6</b>	

## INFORMACIÓN DE LOS

### ROCIADORES

Node 1	Elev 1	K-Factor 1	Flow added (q)	Nominal ID	Fittings quantity x (name) = length	L F T	C Factor per ft	total elev (Pt) (Pe) frict (Pf)	NOTES
Node 2	Elev 2	K-Factor 2	Total flow (Q)	Actual ID					
	(ft)	(gpm/psi <sup>1/2</sup> )	(gpm)	(in)	(ft)	(ft)	(psi)	(psi)	

#### Path No: 11

018	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,23	120	88,8	
058	17,78		23	2,067	4x(us.90)=20	40	0,0062	0	
						141,23		0,9	
<b>058</b>								<b>89,7</b>	

#### Path No: 12

019	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,23	120	89,9	
057	17,78		25,1	2,067	4x(us.90)=20	40	0,0073	0	
						141,23		1	
<b>057</b>								<b>90,9</b>	

#### Path No: 13

020	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,23	120	90,9	
056	17,78		29	2,067	4x(us.90)=20	40	0,0095	0	
						141,23		1,3	

						23			
<b>056</b>						<b>92,2</b>			

**Path No: 14**

021	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	91,8	
055	17,7 8		34,4	2,067	4x(us.90)=20	40	0,013	0	
						141, 23		1,8	
<b>055</b>						<b>93,6</b>			

**Path No: 15**

022	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	92,6	
054	17,7 8		41,2	2,067	4x(us.90)=20	40	0,018 2	0	
						141, 23		2,6	
<b>054</b>						<b>95,2</b>			

**Path No: 16**

023	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	93,3	
053	17,7 8		49,2	2,067	4x(us.90)=20	40	0,025 2	0	
						141, 23		3,6	
<b>053</b>						<b>96,9</b>			

**Path No: 17**

024	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	93,9	
052	17,7 8		58,3	2,067	4x(us.90)=20	40	0,034 6	0	
						141,		4,9	

						23			
<b>052</b>						<b>98,8</b>			

**Path No: 18**

025	17,7 8		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101, 23	120	94,3	
050	17,7 8		80,6	2,067	4x(us.90)=20	40	0,062 9	0	
						141, 23		8,9	
<b>050</b>						<b>103,2</b>			

**INFORMACIÓN DE LOS  
ROCIADORES**

**Path No: 19**

026	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,2 3	120	94,6	
049	17,78		77,7	2,067	4x(us.90)=20	40 141,2 3	0,0589	0 8,3	
<b>049</b>								<b>102,9</b>	

**Path No: 20**

027	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,2 3	120	94,8	
048	17,78		76	2,067	4x(us.90)=20	40 141,2 3	0,0565	0 8	
<b>048</b>								<b>102,7</b>	

**Path No: 21**

028	17,78		0	2	2x(us.Tee-Br)=20	101,2 3	120	94,8	
047	17,78		75,2	2,067	4x(us.90)=20	40 141,2 3	0,0554	0 7,8	
<b>047</b>								<b>102,7</b>	

\* Las presiones se equilibran con un alto grado de precisión. Los valores pueden variar en 0,1 psi debido al redondeo de la pantalla.

\* La velocidad máxima de 32,63 pies/s se produce en los siguientes tubos: (W1-051)

Fuente (BETATRONIC, 2019)

## 4.1.7 Cronograma de procesos

DESCRIPCION	DIAS LABORABLES														
	MES 1														
	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>ORDEN DE TRABAJO Y ANTICIPO</b>															
PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO															
MOVILIZACION DE HERRAMIENTAS															
COMPRA LOCAL Y MOVILIZACION DE MATERIALES A OBRA															
COMPRA MATERIALES DE IMPORTACION															
ARRIBO DE MATERIALES IMPORTADOS A OBRA															
FABRICACION E INSTALACION DE SOPORTERIA															
PREPARADO DE TUBERIA (RANURAR, PERFORAR Y PINTAR)															

*Elaborado por: Autor*





## CONCLUSIONES

Para el control y seguridad de los bienes de la empresa, durante de las actividades que intervienen en el proceso de producción y los tiempos en que no las ejecuta, se muestran la necesidad que existe de mejorar el sistema contra incendio de la empresa de comunicación e impresión.

Mediante el estudio de los criterios obtenidos en base a las normas de seguridad que se realizaron con los expertos de la planta, las intensidades de materia prima que se almacenaba y transporte de materiales se observaron los siguientes problemas dentro del flujo operativo:

### 1.- Condiciones de seguridad contra incendio;

- La bodega no contaba con sistemas automáticos de rociadores, teniendo cerca la tubería de 4 pulgadas con agua a una presión de 125 PSI.
- Mala ubicación de los extintores contra incendio CO<sub>2</sub>.
- Mejora de las señales de transporte de los montacargas.
- Mejora de señalización de los puestos de los extintores CO<sub>2</sub>.

### 2.- Condiciones de cálculos hidráulicos del sistema de rociadores automáticos;

- En un área de cobertura de 1200 ft<sup>2</sup>, a una presión mínima de 50 PSI, con un caudal de 99 GPM, y con diseño de orificio tipo k-14 para el funcionamiento de los rociadores.
- El total de rociadores son de 176 rociadores, 11 rociadores en cada una de sus 16 filas para la bodega 3, en base a la tabla de estudio y diseño, donde el área de la bodega es de 1440 m<sup>2</sup> (30\*48 metros) .

Datos	Norma NFPA-13 (metros)	Diseño (metros)
Entre rociador	2.4 a 3.7	2.7 a 3.0
Pared a rociador	1.2 a 1.85	1.38 a 1.53
Altura de almacenamiento al techo	7.6 a 9.3	6.20 a 9.10

*Elaborado por: Autor*

- Perdidas de presión por elevación

$$P_e = 0.433 * h$$

Pe = Presión de elevación

Δ h = Diferencial de altura entre dos rociadores o nodos

3.- El cronograma de proceso para la instalación del sistema de rociadores automáticos, considerando el tiempo de importación, la movilización, las normas de seguridad son para 90 días, sin considerar los días feriados para la implementación.

4.- Se realizó un presupuesto de obra estimado, para dar a conocer el valor en efectivo que se necesita invertir en el rediseño de un sistema contra incendio de rociadores automáticos para la bodega DIARIA, el cual es de \$27.315,34 (Capítulo 3, sección 3.3 presupuesto). Este valor se justifica por el valor de la materia prima (\$580.250,00) que se encuentra en la bodega 3 en los tiempos en que los sistemas de protección manuales como extintores y alarmas de humo no puedan controlar un conato de incendio, y sobre todo por las vidas humanas que realiza actividades en el área de trabajo.

Total, de bobinas o rollos	1055 unidades
Peso por bobina o rollo	1000 kg
Costo por kg	\$0.55
TOTAL	\$580.250,00

*Elaborado por: Autor*

Durante el estudio de la bodega indica que el sistema contra incendio manual posee una situación desfavorable en cuanto el uso para almacenamiento de rollos de papel espacial existente, es decir, no es la idónea para el correcto desarrollo de las actividades que intervienen en los procesos y la seguridad del personal.

Mediante la norma NFPA-13 y la ISO 6182-1 la metodología para el diseño de un sistema contra incendio de rociadores automáticos, se obtuvo la alternativa para la nueva seguridad en la bodega de la empresa de comunicación, de las cuales concluimos que la implementación de 176 rociadores ESFR k-14 con una activación de la ampolla de vidrio color rojo a los 68 °C para el área (1440 m<sup>2</sup>) de la bodega DIARIA que aparte considera criterios de accesorios y componentes para las tuberías, válvulas y alarmas de supervisión previamente establecida.

### RECOMENDACIONES

Es necesario y de gran aporte para la EMPRESA DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN implementar la propuesta que presenta este proyecto técnico, ya que mejora de manera considerable la seguridad de los bienes de la empresa y del personal que realiza sus actividades, lo que representa beneficios dentro del proceso de producción que realiza como:

- Seguridad y control de las actividades en la distribución de rollos de papel.
- Alarmas de supervisión contra incendio y detección de humo.
- Aprovechamiento de espacios base a las indicaciones de la norma.
- Señalización de los equipos manuales y automáticos contra incendio (gabinetes, extintores, botón de alarma, detectores de humo e hidrantes).

Se recomienda crear una cultura organizacional en el personal que labora en planta, delegar funciones específicas a cada colaborador como brigadistas para realizar asignaciones y controles de los equipos, disminución de riesgos laborales para así mantener un buen ambiente laboral y seguro. También se recomienda una bomba de 1250 GPM para la instalación del nuevo sistema, los cálculos muestran que el caudal requerido es de 1451. GPM a una presión de 117.6 PSI.

## BIBLIOGRAFÍA

- 10, S. (2016). *ASTM*. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/SI10.htm>
- 13, N. (2019). *nfp.org*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=136182-7>. (2019). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/28964.html>
- A53/A106. (2018). *ASTM*. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/A106.htm>
- Aguaysa, P. A. (2013). *Distribución de planta y su influencia en el proceso de producción del área de manufactura en la empresa tenería INCA S.A de la ciudad de Ambato*. Ambato.
- ANSI. (29 de October de 2018). *American National Standards Institute*. Obtenido de <https://blog.ansi.org/2018/10/nfpa-13r-2019-installation-sprinkler-systems/>
- Baca, G. (2014). *Introduccion a la Ingeniería Industrial*. Mexico: GRUPO EDITORIAL PATRIA.
- BETATRONIC. (2019). *BETATRONICSA*. Obtenido de <http://betatronicsa.com/respaldo/clientes.html>
- Bombero, B. C. (2019). *Bomberos de Guayaquil*. Obtenido de <https://www.bomberosguayaquil.gob.ec/2019/05/21/mayo-2019/>
- C.A., E. U. (2018). / *Quienes somos*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/quienessomos/>
- C.A., E. U. (2018). *EL UNIVERSO*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/>
- Carrión, I. L. (2015). *DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*. 91.

Cengel, Y. (2018). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. Nevada, Reno: McGraw-Hill Education; 4 edition (February 27, 2017).

ÇENGEL, Y. A. (2015). En *THERMODYNAMICS* (pág. 1115). McGraw-Hill.

CONARCO. (2018). *ESAB*. Obtenido de <https://www.esab.com.ar/ar/sp/products/index.cfm?fuseaction=home.product&productCode=9133&tab=1>

Forero, H. G. (2011). *Presupuesto: Su control en un proyecto arquitectónico*. Bogotá.

García, L. G. (2015). *ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE CAFÉ LIOFILIZADO EN UNA PLANTA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. GUAYAQUIL: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

GRINNELL. (2018). *GRINNELL*. Obtenido de <http://grinnell.com/index.php?section=NA-fire-page-home>

IESS. (2018). *Seguro General de Riesgos del Trabajo*. Obtenido de <https://www.iess.gob.ec/es/web/guest/20>

Játiva, N. C. (2012). *Diseño de la distribución de la nueva planta en la empresa Maldonado García Maga*. Quito.

Josué 1:7, 8. (2019). *Biblia*. <https://www.jw.org/es/publicaciones/biblia/bi12/libros/Josué/1/>.

Kaplan, R. D. (2003). *Cuadro de Mando Integral*.

Krajewski, Ritzman & Malhotra. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y cadena de suministro*. Pearson.

Lopez, Estrada, & Ramirez. (2013). *RE-DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN BASE A MODELOS MATEMÁTICOS*.

López, M. E. (2014). *Distribución de planta para la optimización del manejo de materiales en la empresa de calzado DAV-SPORT de la ciudad de Ambato*. Ambato.

Maps, B. (2019). *Bing*. Obtenido de <https://www.bing.com/maps/myplaces?FORM=SVIM01>

MundoIndustrial. (7 de 12 de 2015). *youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=QFgVEoEifXo>

Muther, R. (1961). *Distribución en planta*. Boston,EEUU: Industrial Education Institute.

NFPA. (2018). *National Fire Protection Association*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=13>

NOVACERO. (2019). Obtenido de <https://www.novacero.com/catalogo-productos/tuberia-para-conduccion-de-fluidos/cedula-20-40-80.html#uso-del-producto>

Olivo, L. G. (2015). *Análisis y rediseño de la distribución de espacial del área de envasado de café liofilizado en una planta de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil.

- Ortega, P. A. (2014). “*Systematic Layout Plannig SLP*” y “*Teoria de la Topogenesis*” como bases metodológicas para proponer un cambio de paradigma en la concepción de diseño de un edificio industrial”. Barcelona.
- pipe, C. (04 de 10 de 2018). *CHARLOTTE Company*. Obtenido de [https://www.charlottepipe.com/Documents/Espan\\_TM-PL-SP/TM-PL-SP.pdf](https://www.charlottepipe.com/Documents/Espan_TM-PL-SP/TM-PL-SP.pdf)
- PREFIRE. (2019). *prefire.es*. Obtenido de <https://www.prefire.es/proteccion-contra-incendios/rociadores-1.php>
- Razura, I. A. (2012). *Costos y Presupuestos* .
- RDfire. (2019). Obtenido de <http://www.rdfire.com.pe/>
- Real Academia Española. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=IhYF1MA>
- Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones*. Pearson.
- Rivera, Cardona, Vázquez & Rodríguez. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: Un enfoque desde las organizaciones. *S&T*.
- Romero, S; Romero, O; Muñoz, D. (2015). *Introducción a la ingeniería*.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* . Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Social, I. E. (3 de Febrero de 1998). REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO . *DECRETO EJECUTIVO 2393*. Ecuador.
- sprinkCAD. (2019). Obtenido de <https://sprinkcad.com/>

tyco. (2018). *tyco fire*. Obtenido de <https://tyco-fire.com/index.php?P=tdsect&S=S3>

Vacas & Rojas. (2012). *Proyecto de factibilidad para instalación de una planta de reciclaje mecánico de plásticos para el cantón santo domingo de los colorados*. Riobamba.

VICTAULIC. (2019). Obtenido de [https://es.victaulic.com/vtc\\_product\\_categories/fittings-and-adapters/?fwp\\_vtc\\_fire\\_protection=product-only%2Cshared](https://es.victaulic.com/vtc_product_categories/fittings-and-adapters/?fwp_vtc_fire_protection=product-only%2Cshared)

White, F. M. (2015). FLUID MECHANICS. Mcgraw-Hill.

Wikimedia, F. (2018). WIKIPEDIA. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura>



## ANEXOS

## Anexo 1 Factores de conversión y Símbolos hidráulicos Fuente (10, 2016)

Símbolo o abreviatura	Ítem
$p$	Presión en psi
gpm	Galones estadounidenses por minuto
$q$	Aumento del flujo en gpm para ser agregado en una ubicación específica
$Q$	Sumatoria de flujo en gpm en una ubicación específica
$P_t$	Presión total en psi a un determinado punto de una tubería
$P_f$	Pérdida de presión debida a la fricción entre los puntos indicados en la columna de la ubicación
$P_e$	Presión debida a la diferencia de elevación entre los puntos indicados. Puede ser un valor positivo o un valor negativo. Si es negativo, debe usarse el signo (-); si es positivo, no es necesario utilizar un signo.
$P_v$	Presión de la velocidad en psi a un determinado punto de una tubería
$P_n$	Presión normal en psi a un determinado punto de una tubería
E	Codo de 90 grados
EE	Codo de 45 grados
Lt.E	Codo de giro largo
Cr	Cruce
T	Flujo en T con giro de 90 grados
GV	Válvula de compuerta
BV	Válvula de retención de mariposa (oblea)
Del V	Válvula de diluvio
ALV	Válvula de alarma
DPV	Válvula de tubería seca
CV	Válvula de retención de charnela
WCV	Válvula de retención de mariposa (oblea)
St	Filtro de succión
psi	Libras por pulgada cuadrada
$v$	Velocidad del agua en la tubería, en pies por segundo
$K$	Factor K
Factor C	Coefficiente de pérdida por fricción

Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad	Factor de conversión
litro	L	1 gal = 3.785 L
milímetro por minuto	mm/min	1 gpm/pies <sup>2</sup> = 40.746 mm/min = 40.746 (L/min)/m <sup>2</sup>
decímetro cúbico	dm <sup>3</sup>	1 gal = 3.785 dm <sup>3</sup>
pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
bar	bar	1 psi = 0.0689 bar
bar	bar	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa

Nota: Para obtener información y conversiones adicionales, ver ASTM SI 10, Norma para el uso del sistema internacional de unidades (SI): El sistema métrico moderno.

Anexo 2 Productos que de fabrican en la empresa (C.A., EL UNIVERSO, 2018).



Periódico EL UNIVERSO



Revista Mi Mundo



Periódico SUPER



La Revista

Impresión varios productos



Anexo 3 Centros de Actividad (C.A., EL UNIVERSO, 2018)



**Bodega de Materia Prima**



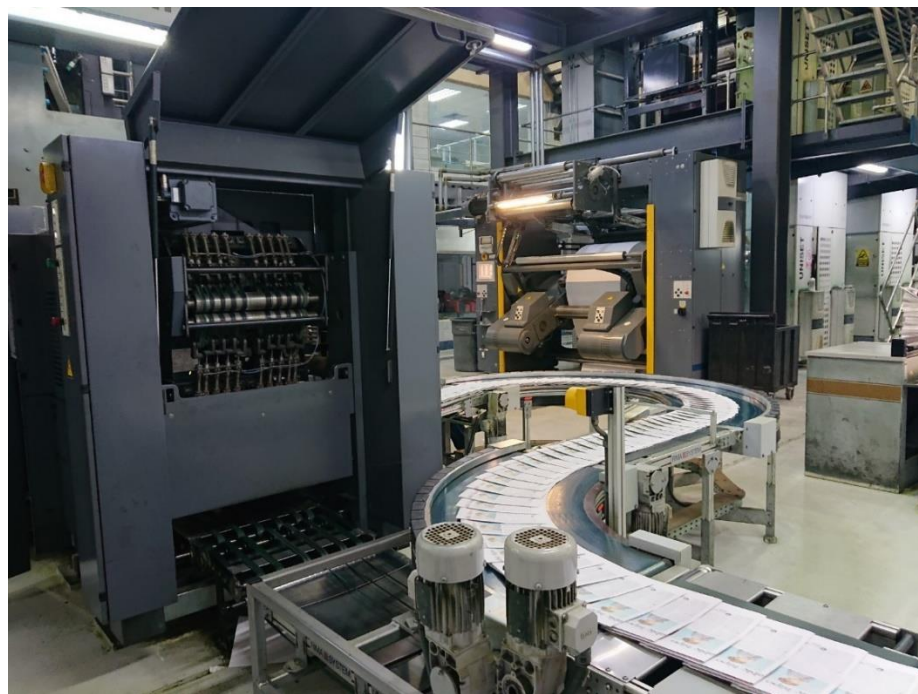
**Área de preparación de bobinas de papel**



**Área de unidades RTP GOSS para montaje de las bobinas de papel**



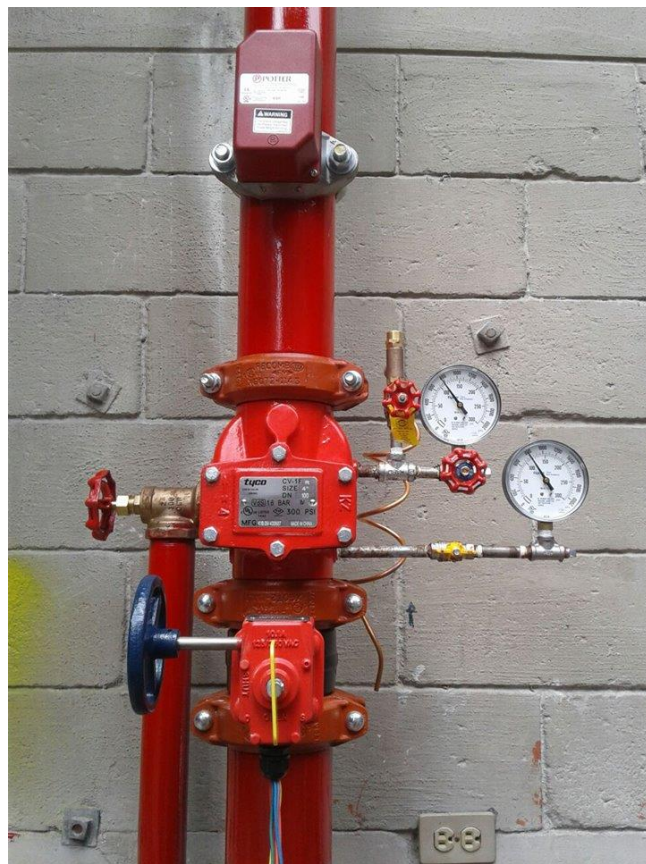
**Área de unidades RTP GOSS para montaje de las bobinas de papel**



**Área de impresión ROTATIVA UNISSET**



**Área de Despacho y producto terminado**



**Sistema de válvulas de supervisión o secado**



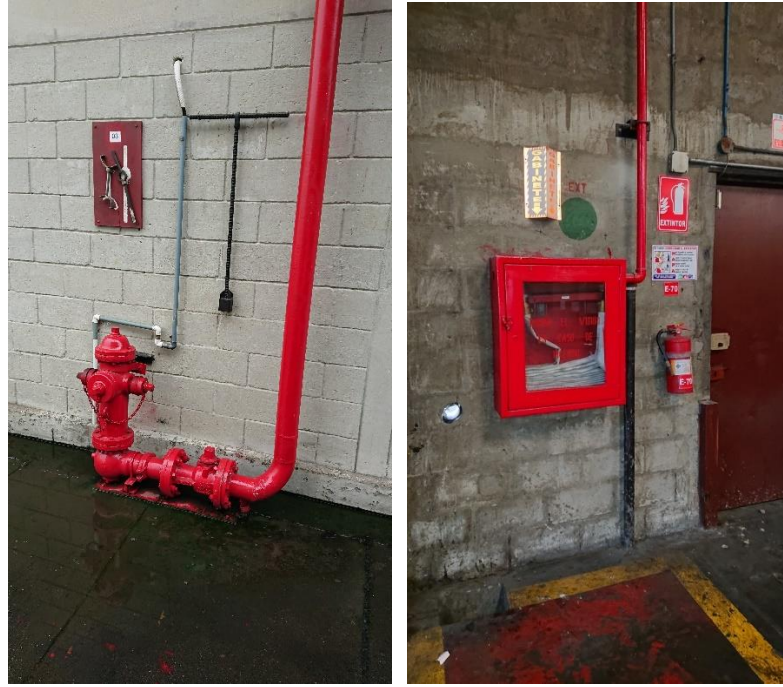
**Red de alimentación principal de tuberías 4" y drenaje de tubería 2"**



**Sistema de red integrada de tuberías 2"**



**Rociador colgante ESFR k-14**



**Accesorios contra incendio (hidrantes, gabinete y extintores)**



**Soportes angulares de sujeción y antisísmico**





**CÁLCULOS HIDRÁULICOS**  
para

Nombre del proyecto: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Dibujo no.: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Diseño:**

Número de área remota: \_\_\_\_\_

Ubicación de área remota: \_\_\_\_\_

Clasificación de ocupación: \_\_\_\_\_

Densidad: \_\_\_\_\_ gpm/pie<sup>2</sup>

Área de aplicación: \_\_\_\_\_ pie<sup>2</sup>

Cobertura por rociador: \_\_\_\_\_ pie<sup>2</sup>

Tipo de rociadores calculados: \_\_\_\_\_

No. de rociadores calculados: \_\_\_\_\_

Demanda en estanterías: \_\_\_\_\_

Chorros de manguera: \_\_\_\_\_

Agua total requerida (incluyendo los chorros de manguera): \_\_\_\_\_ gpm @ \_\_\_\_\_ psi

Tipo de sistema: \_\_\_\_\_

Volumen del sistema seco o de preacción: \_\_\_\_\_ gal

**Información del suministro de agua**

Fecha: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Fuente: \_\_\_\_\_

Nombre del contratista: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

Número de teléfono: \_\_\_\_\_

Nombre del diseñador: \_\_\_\_\_

Autoridad competente: \_\_\_\_\_

**Notas: (Incluir aquí la información de pico o sistemas en malla)** \_\_\_\_\_

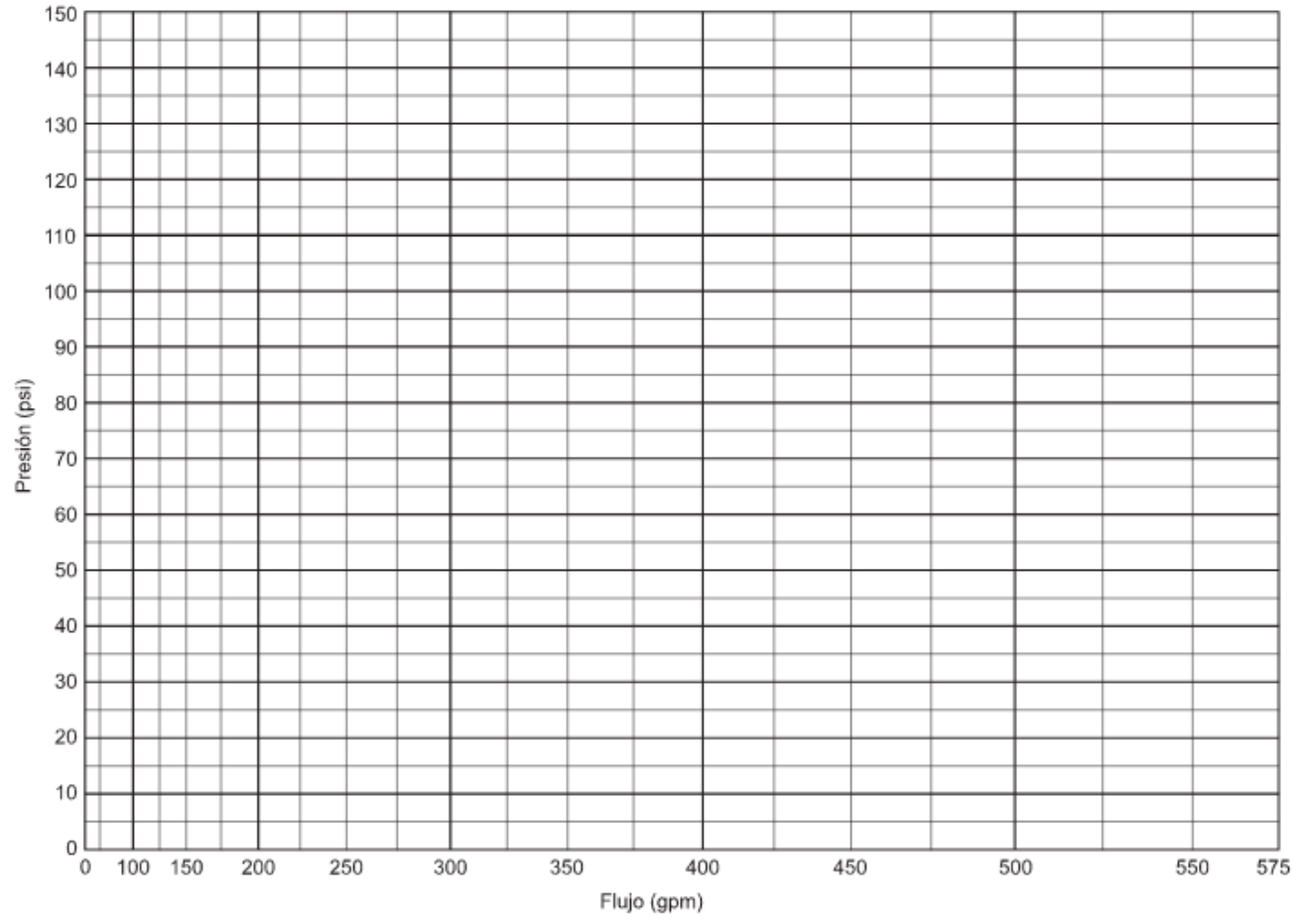
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

HOJA DE RESUMEN DE LA PRUEBA DE FLUJO  
N<sup>1.85</sup>

Nombre y número del contrato: \_\_\_\_\_



Notas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Nombre de la obra: \_\_\_\_\_ Número de hoja: \_\_\_\_\_

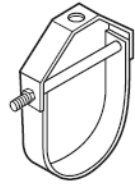
**INFORMACIÓN DE TUBERÍA**

Nodo 1	Elev. 1 (pies)	Factor K	Flujo adicionado este paso (q)	ID nominal	Calidad y longitud de los accesorios	L pies	Factor C	Total (Pt)	NOTAS
	Nodo 2		Elev. 2 (pies)	Flujo Total (Q)		ID real	F pies	Pf por pie (psi)	
						T pies	Fricc (Pf)		
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 1	dato 1	dato 1	dato 1	dato	dato	dato	dato	dato 1	dato
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	
dato 2	dato 2		dato	dato	dato	dato	dato	dato	

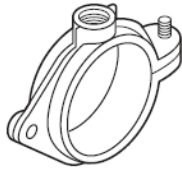
**Anexo 7 Tipos comunes de soportes colgantes aceptables (capítulo 9 de la norma NFPA-13) (13, 2019)**



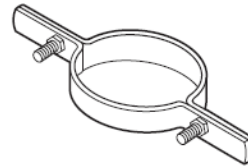
Anillo giratorio ajustable



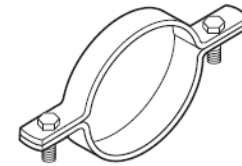
Soporte de horquilla



Anillo partido

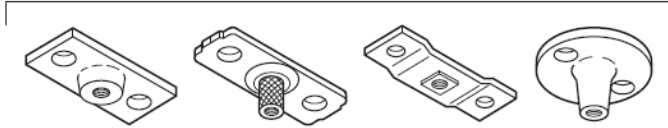


Abrazadera para líneas ascendentes



Abrazadera para tubos

**Bridas de cielorraso**



**Soportes de vigas laterales**

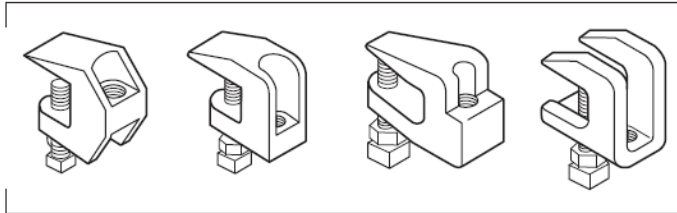


Ojal

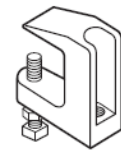


Ojal desplazado

**Abrazaderas tipo C**



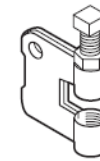
Abrazaderas para vigas universales



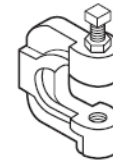
Abrazadera para viga de boca ancha



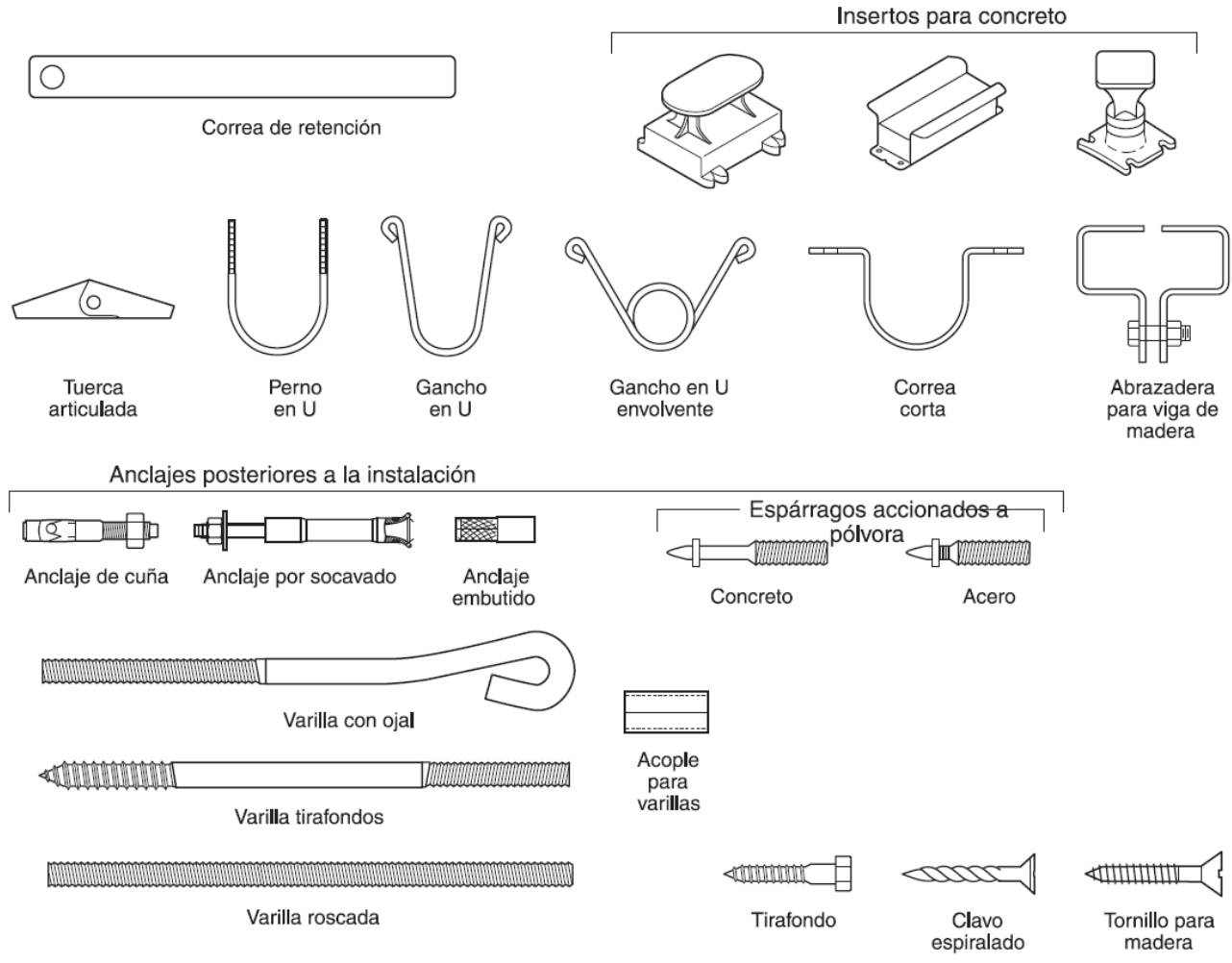
Abrazadera de correa



Abrazadera C en acero



Abrazadera C de fundición maleable



Diámetro de la Tubería		Diámetro de la Varilla	
pulg	mm	pulg	mm
Incluyendo hasta 4 pulg.	100	$\frac{3}{8}$	9,5
5	125	$\frac{1}{2}$	12,7
6	150		
8	200		
10	250	$\frac{5}{8}$	15,9
12	300		

Diámetro de la Tubería		Diámetro de la Varilla	
pulg	mm	pulg	mm
Incluyendo hasta 2 pulg.	50	$\frac{5}{16}$	7,9
2½ hasta 6	65 a 150	$\frac{3}{8}$	9,5
8	200	$\frac{1}{2}$	12,7

Medidas de las Varillas de los Soportes y de las Varillas para Ganchos en U (13, 2019)

Diámetro de la Tubería		Tamaño del perno	
pulg	mm	pulg	mm
Incluyendo hasta 4 pulg.	100	$\frac{3}{8}$	10
5	125	$\frac{1}{2}$	13
6	150		
8	200		
10	250	$\frac{5}{8}$	15
12	300	$\frac{3}{4}$	20

Medidas Mínimo del Perno para Concreto (13, 2019)

**Anexo 8** *Tabla de longitudes equivalentes de la tubería de acero cédula 40 Fuente (13, 2019)*

Accesorios y válvulas expresados en pies equivalentes de tubería															
Accesorios y válvulas	½ pulg	¾ pulg	1 pulg	1¼ pulg	1½ pulg	2 pulg	2½ pulg	3 pulg	3½ pulg	4 pulg	5 pulg	6 pulg	8 pulg	10 pulg	12 pulg
	(15 mm)	(20 mm)	(25 mm)	(32 mm)	(40 mm)	(50 mm)	(65 mm)	(80 mm)	(90 mm)	(100 mm)	(125 mm)	(150 mm)	(200 mm)	(250 mm)	(300 mm)
Codo a 45°	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4)
Codo estándar a 90°	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo a 90°	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
Té o cruz (giro de flujo de 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Retención tipo charnela*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.3)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (20)



Diámetro nominal del tubo		Cédula 5								Cédula 10 <sup>a</sup>				Cédula 30				Cédula 40			
		Diámetro externo		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared		Diámetro interior		Espesor de la pared			
pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm		
½ <sup>b</sup>	15	0.840	21.3	-	-	-	-	0.674	17.0	0.083	2.1	-	-	-	-	0.622	15.8	0.109	2.8		
¾ <sup>b</sup>	20	1.050	26.7	-	-	-	-	0.884	22.4	0.083	2.1	-	-	-	-	0.824	21.0	0.113	2.9		
1	25	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	-	-	-	-	1.049	26.6	0.133	3.4		
1¼	32	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8	-	-	-	-	1.380	35.1	0.140	3.6		
1½	40	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	-	-	-	-	1.610	40.9	0.145	3.7		
2	50	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8	-	-	-	-	2.067	52.5	0.154	3.9		
2½	65	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	-	-	-	-	2.469	62.7	0.203	5.2		
3	80	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0	-	-	-	-	3.068	77.9	0.216	5.5		
3½	90	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	-	-	-	-	3.548	90.1	0.226	5.7		
4	100	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0	-	-	-	-	4.026	102.3	0.237	6.0		
5	125	5.563	141.3	-	-	-	-	5.295	134.5	0.134	3.4	-	-	-	-	5.047	128.2	0.258	6.6		
6	150	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	2.8	6.357	161.5	0.134 <sup>c</sup>	3.4	-	-	-	-	6.065	154.1	0.280	7.1		
8	200	8.625	219.1	-	-	-	-	8.249	209.5	0.188 <sup>c</sup>	4.8	8.071	205.0	0.277 <sup>d</sup>	7.0	7.981	-	0.322	-		
10	250	10.750	273.1	-	-	-	-	10.370	263.4	0.188 <sup>c</sup>	4.8	10.140	257.6	0.307 <sup>d</sup>	7.8	10.020	-	0.365	-		
12	300	12.750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.090	-	0.330 <sup>c</sup>	-	11.938	-	0.406	-		

