

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de rociadores contra incendio, en una edificación hospitalaria.

Ing. Oscar Jovanny Cubillos Mora

Ing. Kimberly Junco Castellanos

Ing. Arnold Jonnatan Montoya Ortega

Asesor

Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Esp. En Gerencia de Mantenimiento

Especialización Gerencia en Ingeniería Hospitalaria y Especialización Gerencia en

Mantenimiento

Dirección de posgrado

Universidad ECCI

Bogotá, Agosto 2019

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de rociadores contra incendio, en una edificación hospitalaria.

Trabajo de investigación para optar al título de Especialista en Gerencia en Ingeniería Hospitalaria

Ing. Oscar Jovanny Cubillos Mora

Ing. Kimberly Junco Castellanos

Trabajo de investigación para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Ing. Arnold Jonnatan Montoya Ortega

Asesor

Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Esp. En Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrado

Universidad ECCI

Bogotá

Agosto de 2019

Resumen

Este documento contiene información correspondiente al diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de rociadores contra incendio, en una edificación hospitalaria. Se plantean tres objetivos de gran consideración donde se busca revisar la normatividad vigente y posible de aplicar para una red contra incendios, se identifica la metodología más adecuada para la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se determinan y describen las herramientas y los elementos correspondientes de un sistema de rociadores automáticos de una instalación de una red contra incendios.

Se delimita que la aplicabilidad del plan de mantenimiento es realizado a una edificación hospitalaria porque, aunque hacen parte de la organización, no se tienen en cuenta dentro de las actividades de manutención.

Se presentan definiciones básicas y necesarias para entender como está conformada una red contra incendios, un sistema de rociadores y todos aquellos conceptos pertinentes para establecer y caracterizar un plan de mantenimiento preventivo. La metodología seleccionada es la regla 5W + 1H donde las actividades del plan de mantenimiento son establecidas bajo la elaboración de seis preguntas y permite adicionar un plan de mejoramiento continuo para garantizar un correcto y constante desempeño de las actividades propias del mantenimiento. Se usan las normas NFPA 25 y NFPA 13 para caracterizar y estructuran las actividades de manutención y se presenta un análisis financiero de los costos estimados, integrando herramientas, actividades, recurso humano y elementos pertenecientes al plan de mantenimiento de un sistema de rociadores.

Palabras claves: Edificación hospitalaria, Herramientas, Incendio, Mantenimiento Preventivo, Manutención, Normatividad, Plan de mejoramiento, Red Contra Incendios, Regla 5W + 1H, Sistema de Rociadores.

Abstract

This document contains information corresponding to the design of a preventive maintenance plan for the sprinkler system against fire, in a hospital building. Three objectives of great consideration are proposed, which seek to review the current and possible regulations for applying to a fire fighting network, identify the most appropriate methodology for the implementation of the preventive maintenance plan, determine and describe the corresponding tools and elements of a automatic sprinkler system of a fire fighting network installation.

It is delimited that the applicability of the maintenance plan is made to a hospital building because, although they are part of the organization, they are not taken into account in the maintenance activities.

Basic and necessary definitions are presented to understand how a fire network, a sprinkler system and all the relevant concepts are configured to establish and characterize a preventive maintenance plan. The selected methodology is the 5W + 1H rule where the activities of the maintenance plan are established under the elaboration of six questions and allows to add a continuous improvement plan to guarantee a correct and constant performance of the maintenance activities. The NFPA 25 and NFPA 13 standards are used to characterize and structure the maintenance activities and a financial analysis of the estimated costs is presented, integrating tools, activities, human resources and elements belonging to the maintenance plan of a sprinkler system.

Keywords: Fire, Fire Network, Hospital Building, Improvement Plan , Maintenance, Preventive Maintenance, Regulations, 5W + 1H Rule, Sprinkler System, Tools.

Contenido

1	Título de la Investigación.....	9
2	Problema de investigación	9
2.1	Descripción del problema	9
2.2	Planteamiento del problema	11
2.3	Sistematización del problema	11
3	Objetivos de la Investigación	12
3.1	Objetivo general	12
3.2	Objetivos específicos	12
4	Justificación y delimitación.....	13
4.1	Justificación	13
4.2	Delimitación	13
4.3	Limitaciones	14
5	Marco conceptual	15
5.1	Estado del arte	15
5.1.1	Estado del arte local	15
5.1.2	Estado del arte nacional	16
5.1.3	Estado del arte internacional	19
5.2	Marco Teórico	24
5.3	Marco normativo/legal	57
6	Marco metodológico	58
6.1	Recolección de la información	58
6.1.1	Tipo de investigación	58
6.1.2	Fuentes de obtención de la información	60
6.1.3	Herramientas	60
6.1.4	Metodología	61
6.1.5	Información recopilada	62
6.2	Análisis de la información	77
6.3	Propuesta(s) de solución.....	82
7	Impactos esperados/generados.....	83
8	Análisis financiero	84
9	Conclusiones y recomendaciones	93
9.1	Conclusiones	93

9.2	Recomendaciones	95
10	Bibliografía	96

Índice de Figuras

Figura 1. Taxonomía del Mantenimiento (Dounce Villanueva, 2014)	25
Figura 2. Estrategias de mantenimiento (Dounce Villanueva, 2014).....	26
Figura 3. Estrategias de mantenimiento preventivo (Dounce Villanueva, 2014)	27
Figura 4. Ciclo PDCA (Trias, Gonzalez, Fajardo, & Flores, 2009).....	30
Figura 5. Representación gráfica del fuego (Bizkaia, 2019)	32
Figura 6. Representación gráfica de temperaturas de combustión (Villanueva Botella, 2015).....	34
Figura 7. Representación gráfica del sistema interno de un rociador (Botta, 2011).....	45
Figura 8. Representación gráfica de un sistema de rociadores automáticos de tubería mojada (Botta, 2011).....	51
Figura 9. Representación gráfica de los componentes de un sistema de rociadores automáticos (Botta, 2011).....	53
Figura 10. Representación gráfica del sistema de rociadores en funcionamiento (Botta, 2011).....	54
Figura 11. Vista frontal de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado)	88
Figura 12. Vista superior de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado).....	89
Figura 13. Isométrica de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado)	89

Índice de Tablas

Tabla 1. Rangos de inflamabilidad de algunas sustancias (Esparza, 2019).....	35
Tabla 2. Poder calorífico de algunos materiales (Esparza, 2019).....	36
Tabla 3. Grupos y Sub grupos de ocupación (Blanco Duarte & Martinez Jamaica, 2016).....	39
Tabla 4. Sistema de protección contra incendio según la ocupación (Blanco Duarte & Martinez Jamaica, 2016).....	40
Tabla 5. Clasificación del riesgo según NFPA 13 (Blanco Duarte & Martinez Jamaica, 2016).....	42
Tabla 6. Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores (Botta, 2011)	55
Tabla 7. Tipo de investigación (Universidad ECCI, 2019)	58
Tabla 8. Materiales y descripción de los elementos de una red contra incendios (National Fire Protection Association, 2007).....	64
Tabla 9. Materiales y dimensiones de las tuberías (National Fire Protection Association, 2007)....	74
Tabla 10. Rango de temperatura, clasificaciones y codificación de colores (National Fire Protection Association, 2007)	75
Tabla 11. Distancia máxima entre soportes (National Fire Protection Association, 2007).....	76
Tabla 12. Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes (NFPA: National Fire Protection Association, 2010).....	85
Tabla 13. Costos generales de mantenimiento preventivo de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado)	90

1 Título de la Investigación

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de rociadores contra incendio, en una edificación hospitalaria.

2 Problema de investigación

2.1 Descripción del problema

En razón a que muchas de las instituciones de salud funcionan en edificaciones que fueron diseñadas sin la aplicación de los parámetros establecidos por las normativas nacionales e internacionales, en éste momento los departamentos de mantenimiento de éstas instituciones deben conocer las normas y establecerlas, pero aún hay deficiencia en su aplicación y en las competencias técnicas y operativas para la ejecución, de tal manera que se garantice la confiabilidad de los sistemas contra incendios en las edificaciones hospitalarias.

La Ley General de Bomberos de Colombia (Ministerio del Interior, 2012) y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) establecen que toda edificación hospitalaria debe cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios, con lo que se busca reducir al máximo éste riesgo en las construcciones, o en su defecto evitar la propagación del fuego dentro y fuera de la edificación, con lo que a la vez se procura evitar el riesgo de colapso de la estructura.

Así mismo en el capítulo K del Reglamento citado, se definen los parámetros y las especificaciones arquitectónicas que deben cumplir la edificaciones de manera que se

proteja y asegure la vida de los trabajadores y usuarios de éstas construcciones, éstas normas son específicas en la exigencia de seguimiento de las acciones de inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas contra incendio, para así garantizar el funcionamiento y el buen uso de los mismos; por último es importante citar la Norma para Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios (NFPA: National Fire Protection Association, 2010) ya es el documento base en el que se establecen las condiciones de regulación de sistemas de rociadores.

Debido a la naturaleza de los servicios de salud que se ofrecen en una institución hospitalaria y los procesos que ellos demandan, la infraestructura de las edificaciones en las que funcionan, está expuesta a un constante riesgo de incendio que puede tener origen en la alteración de la red eléctrica, el manejo de gases medicinales, de líquidos inflamables y equipos del área de cocina entre otros; por lo anterior se hace necesario que en éstas instituciones se establezcan planes de mantenimiento preventivos que garanticen la protección y seguridad del talento humano que allí labora, los usuarios y del equipamiento tecnológico y enceres.

2.2 Planteamiento del problema

Con base en la anterior descripción, se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿La creación de un programa de mantenimiento preventivo de la red contra incendio en una edificación hospitalaria, diseñado bajo las normativas nacional e internacional vigentes, garantizará su efectividad en caso de presentarse éste riesgo?

2.3 Sistematización del problema

¿En las edificaciones hospitalarias se aplica la normativa vigente (NSR 10 - NFPA 25) en los planes de mantenimiento para la aceptación y prueba de la red de rociadores contra incendio?

¿En las edificaciones hospitalarias se aplica un plan de mantenimiento que garantice la confiabilidad de la red de rociadores contra incendio?

¿Cuál es la metodología más acertada para diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la red de rociadores contra incendio, en edificaciones hospitalarias?

3 Objetivos de la Investigación

3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo, que cumpla con la normativa vigente, para el sistema de rociadores contra incendio para una edificación hospitalaria.

3.2 Objetivos específicos

Revisar la normatividad que aplica para la implementación del plan de mantenimiento de una red de rociadores contra incendio en edificaciones.

Identificar la metodología más adecuada para el diseño del plan de mantenimiento preventivo en la red de rociadores contra incendio en edificaciones hospitalarias.

Identificar los equipos y accesorios que conforman una red de rociadores automáticos contra incendio.

4 Justificación y delimitación

4.1 Justificación

El incendio es un evento adverso que puede presentarse en una edificación hospitalaria, éste acontecimiento implicaría pérdidas en vidas humanas, daños en el equipamiento tecnológico, en la infraestructura propia y de las edificaciones aledañas; por lo anterior, se debe mitigar el riesgo de incendio en éstas edificaciones, y por esto es importante contar con sistemas de extinción de incendios eficientes y eficaces al momento de contrarrestar los diferentes riesgos que se presentan en cada servicio o área de salud.

En las edificaciones en las que se prestan servicios de salud es importante contar con sistemas contra incendio con los que se minimice este riesgo, por lo que además los departamentos de mantenimiento, deben tener un plan de mantenimiento establecido bajo la normativa nacional e internacional vigente que garantice la confiabilidad de estos sistemas de extinción.

4.2 Delimitación

El diseño del plan de mantenimiento se enfocará para el sistema de extinción de rociadores automáticos, que es el sistema más utilizado en las edificaciones hospitalarias por la naturaleza de los riesgos que allí se presentan, teniendo en cuenta qué elementos son necesarios para su instalación de acuerdo al área construida, al caudal mínimo requerido y a la ubicación de detectores de acuerdo al grupo de ocupación.

4.3 Limitaciones

El desarrollo del proyecto tendrá una limitación de tiempo de 4 meses, desde el levantamiento de la información hasta el diseño del plan de mantenimiento.

Debido a los requerimientos legales para el acceso a las edificaciones hospitalarias, los autores no cuentan con una red de rociadores accesible, por lo que se hace necesario efectuar el plan de mantenimiento con base en una red de rociadores prediseñada.

Para el diseño de las actividades del plan de mantenimiento preventivo se aplicarán los parámetros establecidos en la Norma para Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios (NFPA: National Fire Protection Association, 2010).

En el desarrollo del proyecto no se tendrá en cuenta el sistema de bombeo, ni el sistema de almacenamiento debido que se utilizará una red modelo de protección de una oficina de riesgo ordinario tipo I, con el fin de dar un costo real de mantenimiento de la red contra incendio.

La financiación de este proyecto de investigación será asumida por los autores, no existe ninguna entidad de salud que apoye los gastos generados en el desarrollo del plan de mantenimiento.

5 Marco conceptual

5.1 Estado del arte

5.1.1 Estado del arte local

En el año 2014, el autor Sotelo Calderón, Miguel Ángel desarrollo el trabajo “Diseño conceptual del sistema hidráulico de protección contra incendios para la Universidad Católica de Colombia sede el claustro en la ciudad de Bogotá D.C”, en el que argumenta como los incendios son situaciones adversas que pueden ocurrir de un momento a otro por diferentes causas como fallos en la energía eléctrica, corto en circuitos eléctricos, mantenimientos y errores humanos; por lo anterior, se hace necesario la utilización de un sistema de rociadores automáticos que pueda garantizar el control y la extinción del fuego en éstos eventos; para la realización del trabajo, revisó la normativa establecida para Colombia en los capítulos J y K de la Norma Construcción Sismo Resistente (NRS-10); también se basó en los requerimientos de la normatividad internacional National Fire Protection Association (NFPA) respecto a la protección contra incendio para infraestructuras, la vida humana, la integridad de los ocupantes, las tecnologías y sus enceres (Sotelo Calderon, 2014). Este documento sirve en este trabajo para la investigación en el manejo del sistema hidráulico contra incendios de rociadores automáticos.

En el año 2016, el grupo de González et al. desarrollaron el trabajo “Gestión de la seguridad hospitalaria en unidades de atención pediátrica”, donde refieren que la red hospitalaria en la ciudad de Bogotá no cuenta y no está preparada para un eventual riesgo de incendio, fuga de gases y explosiones en las unidades pediátricas y de neonatos, debido

a la falta de compromiso sobre ésta situación que afecta a los hospitales públicos y privados que son considerados instituciones de trabajo de alto nivel, por lo cual se hace primordial que las instituciones asuman la gestión de éstos riesgos latentes, el grupo de trabajo recomienda que para reducir y/o eliminar la problemática y a la vez proteger a los empleados, los usuarios (que generalmente son pacientes a quienes se les dificulta poder responder a una emergencia), la tecnologías y la infraestructura se deben regir por las normativas nacional e internacional vigentes (Gonzalez Ruiz, Pertuz, & Expósito Concepción, 2016). Este documento orienta en esta investigación en la falta de seguridad en las entidades hospitalarias.

5.1.2 Estado del arte nacional

En el año 2015, la ingeniera Agudelo Calderón, Dana Carolina desarrollo el trabajo “Consideraciones para el diseño de las redes principales de extinción de incendio”, que estuvo dirigido a los profesionales con perfiles de ingeniería y arquitectura; para su desarrollo, revisó las normativas nacional e internacional (leyes, decretos y acuerdos distritales) relacionadas con los sistemas contra incendio en la construcción y el diseño de edificaciones nuevas y existentes, encontró que a esa fecha no existe una entidad pública o privada que regule la aplicación de éstas normas (Agudelo Calderon, 2015). Este documento proporciono información en cuanto a la responsabilidad que tiene los ingenieros y arquitectos en las infraestructuras para el diseño de un sistema contra fuego.

En el año 2016, el estudiante Quiroga Quira, Wilmar Fernando desarrollo el trabajo “Guía metodológica para la realización de diseños hidráulicos, sanitarios y red contra incendios de proyecto con uso hospitalario en Colombia”, y argumentó que en ese momento no se encontró un diseño predeterminado o una guía metodológica que oriente un paso a paso la construcción y el desarrollo del sistema que garantice su correcto funcionamiento hídrico para la red contra incendios en edificaciones hospitalarias; así mismo, enfatizó sobre la importancia y la responsabilidad que tiene el talento humano para la elaboración y funcionamiento del sistema hidráulico para la red contra incendios en edificaciones hospitalarias conforme a la normatividad colombiana e internacional, en cuanto al diseño del sistema de abastecimiento del flujo de agua, el cálculo de sistema pluvial, el sistema de protección contra incendio y otros (Quiroga Quira, 2016). En este documento se observó que no se encuentra una guía metodológica para la realización de una red contra incendio en un paso a paso para su instalación.

En el año 2016, el autor Ruiz Téllez Oscar Javier desarrollo el trabajo “Sistemas hidráulicos de protección contra incendios. Diseño, construcción, operación y mantenimiento”, y refutó sobre la problemática que existe en Colombia en la construcción, operación, funcionamiento y mantenimiento de una red hídrica para la protección contra incendios, ya que actualmente la responsabilidad y los criterios técnicos de construcción están a cargo de los diseñadores y los constructores de las obras, no hay una entidad oficial que haga seguimiento de la aplicabilidad, de las normas nacional e internacional, que haga la regulación de los procesos administrativos y operativos, que controle y apruebe la validez del funcionamiento de éste tipo de instalaciones en las edificaciones y por tanto que

verifique la función de salvaguardar la vida humana y los activos fijos de las instituciones que allí funcione (Ruiz Téllez, 2016). En este documento se evidencio la problemática que existe en Colombia para el mantenimiento y la construcción de un sistema contra fuego.

En el año 2018, el ingeniero Navia Ortiz, Juan Sebastián desarrollo el trabajo “Comparación técnica en redes de protección contra incendio por medio de un sistema convencional de rociadores y sistema de agua nebulizada”, comparó la efectividad y la eficiencia de dos sistemas contra incendio: los rociadores de agua convencional y el sistema de boquillas nebulizadoras el cual permite desintegrar una gota de agua en partículas microscópicas por medio de bombeo en alta presión, con esta acción se satura el ambiente en que se encuentra instalado, se maximiza la superficie de intercambio de calor y hay mayor enfriamiento, éste estudio permitió evidenciar que es importante tener como alternativa para Colombia una nueva tecnología que cumpla con las normativas nacional e internacional, posible de diseñar e implementar en la construcción y/o adaptación de edificaciones y que cumple con el objetivo de minimizar el riesgo de incendio en las infraestructuras (Navia Ortiz, 2018). En este documento se evidencia que se podría hacer en un sistema mixto para una red contra incendio.

En el año 2018, los estudiantes Martínez Sierra Miguel Ángel y Gómez Sánchez Miguel Ángel desarrollaron el trabajo “Actividades de construcción en la etapa de red contra incendios para instituciones militares”, y plantearon un manual para que los ingenieros conozcan y puedan intervenir en las actividades necesarias en cada etapa de construcción

de sistemas de extinción de fuego, como son el cuarto de bombas, el almacenamiento de los tanques de agua, el cuarto de control, la red de los rociadores, las diferentes clases y su funcionamiento, los tipos de gabinetes, e hidrantes y demás elementos requeridos para la instalación de éstos sistemas en la construcción de edificaciones, con el cumplimiento de la normativa internacional NFPA, de manera que se logre evitar la pérdida de vidas (Martinez Sierra & Gomez Sanchez, 2018). Este documento orientó en este trabajo para el diseño de las áreas donde podrían ir los equipos para la red contra fuego.

5.1.3 Estado del arte internacional

En el año 2009, el profesor Hartung desarrollo el trabajo “Evaluación y análisis del riesgo de fuego en hospitales”, donde hizo la valoración de 700 estudios relacionados con incendios presentados en hospitales de Alemania, por un periodo aproximado de 10 años, determinó que los accidentes más frecuentes se presentaron en el transcurso del día más que en la noche como se supondría que debía ser; así mismo estableció que las causas de los incendios fueron en un 27,9% por la instalación o fabricación de las infraestructuras eléctricas, la segunda causa, 25,2% por fallas humanas en procedimientos relacionados con el calor como los mantenimientos con soldadura y la cocina y la tercera causa, 22,5% por la ignición por combustión por la falta de aireación; en muchos casos estos incidentes se originaron por no seguir la normativa establecida la norma para accidentes de fuego (DIN 14010) de este país (Hartung, 2009). Con base en la información encontrada en éste documento, orientó éste proyecto en cuanto a las áreas y las horas en las que hay mayor la posibilidad de un incendio.

En el año 2010, el estudiante López González, Aldo desarrollo el trabajo “Diseño del control eléctrico para una red de agua contra incendio de un edificio inteligente de oficinas”, en donde plantea desarrollar el diseño del control eléctrico para una red hidráulica contra incendio de un edificio inteligente, y así enfrentar los conatos de incendio que puedan presentarse, teniendo en cuenta la importancia que tiene la protección contra una estructura destinada para oficinas, así mismo la vida de los usuarios de dicho lugar (López González, 2010). Esta información aporta en este trabajo a que es importante incorporar nuevos métodos y tecnologías para el sistema de incendio en el diseño de una infraestructura.

En el año 2012, el autor Gragera Vivas, Juan Pablo desarrollo el trabajo “La seguridad contra incendios en hospitales”, tomo como referencia situaciones de emergencia presentadas por incendios en algunos hospitales de España y otros países europeos en los que se generó un alto nivel de riesgo dentro del complejo hospitalario; con base en lo anterior, se diseñó el código life safety code NFPA 101 con el fin de establecer los criterios básicos de protección contra incendio, en los que se tuvo en cuenta: la vulnerabilidad de los pacientes generada por las diferentes discapacidades médicas, las actividades operativas que se realizan en éstas edificaciones, las instalaciones electro- mecánicas, el manejo de gases a presión y el flujo de personas, todas situaciones de riesgo que están latentes de forma permanente en las edificaciones hospitalarias (Gragera Vivas, 2012). Este documento sirve en este trabajo para concluir que el diseño de un sistema contra incendio debe minimizar el riesgo a los pacientes en estado de vulnerabilidad.

En el año 2014, el estudiante Velásquez Mansilla, Carlos Hugo desarrollo el proyecto “Diseño de una red de agua para accionar sprinklers contra incendios para el edificio Luis Christen Adams”, donde plantea el diseño de una red de agua con el mecanismo de rociadores o sprinklers, realizada con base en la aplicación de la normativa vigente para Chile, hicieron los cálculos matemáticos para el abastecimiento de agua en el sistema hídrico y con ellos seleccionar equipos, componentes y costos que garanticen el suministro del flujo adecuado de agua que llegue al sistema de rociadores o sprinklers (Velasquez Mansilla, 2014). Este documento sirve para tomar como guía en el diseño del sistema objeto de éste trabajo de investigación.

En los años 2012 – 2015, el grupo de Loria et al. desarrollaron el trabajo “Características de incendios-conato de incendio en unidades hospitalarias del Instituto Mexicano del Seguro Social - IMSS, 2012-2015”, y plantearon un instrumento de 50 ítems de las causas de incendios-conato (fuego en etapa inicial, que puede ser controlado o extinguido de forma directa, rápida y sencilla, por los sistemas de extinción manuales, extintores portátiles, bines u otros medios de supresión convencionales) o incendio; con éste instrumento se hizo el seguimiento de todas las unidades del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y se evaluaron los diferentes planes de riesgo, de contingencia, la evacuación de unidades hospitalarias y el programa de hospital seguro; los resultados fueron tabulados y divulgados al IMSS (Loria Castellanos, y otros, 2012 - 2015). Este documento permite vislumbrar la prevención en las diferentes actividades de riesgo de los planes hospitalarios.

En el año 2015, el estudiante Petersen Ramírez, Christian Enrique desarrollo el trabajo “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendio basado en NFPA 25 de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil”, y planteó un programa de mantenimiento del sistema de control de incendios con la elaboración de una base de datos verídica desde las tres vertientes principales: equipos utilizados, diseño de las estructuras y caudales de agua en el bombeo con la capacidad de succión, descarga y presión, todo con el fin de proteger la edificación y el sistema hidráulico, con la implementación de los requerimientos técnicos legales establecidos en las normas nacionales e internacionales del sistema de control contra incendios vigentes para la ciudad de Guayaquil - Ecuador (Petersen Ramírez, 2015). Con base en ésta información los autores de éste trabajo pueden tener una guía para la realización del mantenimiento del sistema contra incendios mediante la aplicación de la norma NFPA 25.

En el año 2015, el estudiante Murrieta Manrique, Franklin Reynaldo desarrollo en el trabajo “Estudio sobre el cumplimiento de normas de prevención de incendios en las pymes en la ciudad de Guayaquil”, y realizó una investigación aplicada en la que analizó y se verificó las causas de los incendios y los sistemas de protección contra el riesgo de fuego, la norma y la infraestructura, para ello diseñó una metodología explorativa – descriptiva con 50% de investigación de campo y 50% revisión bibliográfica, de tal manera que se tuviera un documento de fácil acceso, concreto y entendible, para la consulta de quien lo requiera en las pymes o empresas medianas y pequeñas que no sobrepasan más de los 100m² de construcción, ya que estas entidades son de alto riesgo para el inmueble y para

los usuarios, por no tener las condiciones necesarias para el funcionamiento (Murrieta Manrique, 2015). En este documento se rescata que se debe diseñar un manual de libre acceso para su funcionamiento del sistema contra incendios en las entidades sean pequeñas o medianas ya que pueden ser de alto riesgo por no tener un sistema adecuado contra incendio.

En el año 2016, la Doctora Criollo Juela, Sara Noemí desarrollo en el trabajo “Diseño de un patrón de referencia para la determinación de un sistema integral de seguridad contra incendios de una edificación del distrito 01D01 de salud 2016”, y donde describe que en toda edificación o infraestructura no menor a 200 m² está latente a un incendio con riesgos y consecuencias incalculables en lo material y en vidas humanas; a pesar de las normativas nacional e internacional para minimizar un siniestro, vigentes la autora propone diseñar un patrón de referencia para determinar un sistema integral contra incendios, utilizando un método gretener (conocido y utilizado en España) que consiste en valorar cuantitativamente el peligro de ignición y la seguridad de las estructuras (Criollo Juela, 2017). Con ésta información se tiene la base para diseñar un sistema contra incendio que se pueda integrar con un patrón para cuantificar el riesgo latente en la edificación.

5.2 Marco Teórico

Edificaciones: Son todas aquellas obras que son diseñadas, planificadas y ejecutadas por el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en donde la mayoría de veces es para habitarlas o usarlas como un ambiente de resguardo.

Cuadro comparativo: es un instrumento para definir la relación existente entre diferentes datos consultados. A partir de su análisis y observación se distingue entre las semejanzas y diferencias de la información de interés.

Hospital: Es un lugar específico cuya finalidad es proporcionar cualquier tipo de asistencia médica, incluyendo procedimientos quirúrgicos y la estadía durante el tiempo de recuperación, reposos o tratamiento. Allí también se realizan actividades de investigación y de enseñanza clínica.

Incendio: Es un incidente de fuego no controlada, que puede afectar algo que no está hecho para tal fin. Puede dañar estructuras y seres vivos.

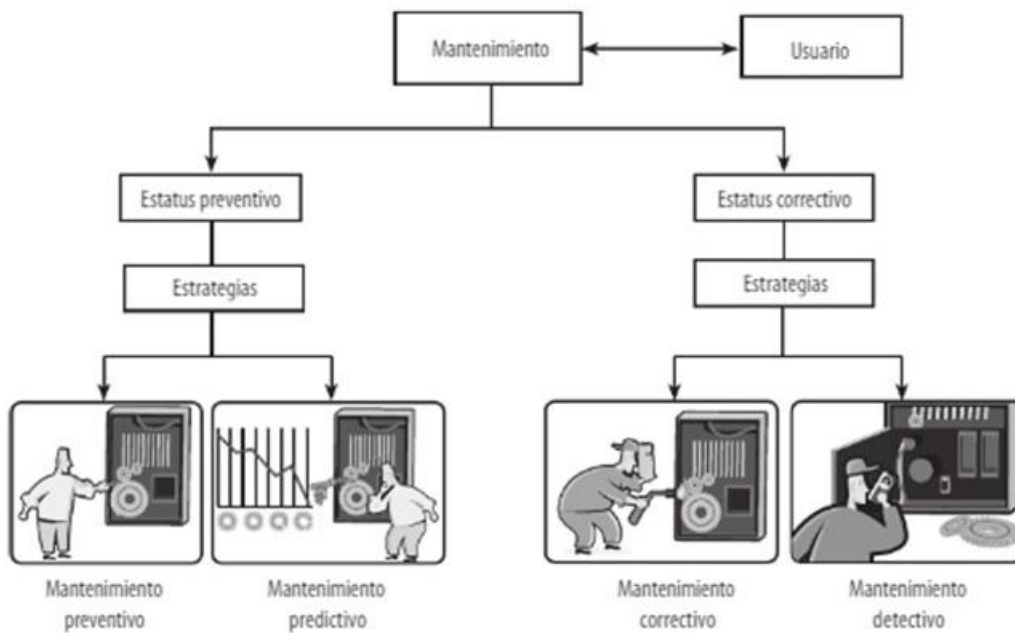
Para el caso de los seres vivos puede producir daños importantes y graves, incluso la muerte, comúnmente por inhalación de humo o pérdida de conocimiento causado por la intoxicación y posteriormente quemaduras importantes.

Herramienta: Son todos aquellos métodos o técnicas que se necesitan para desarrollar un trabajo de manera satisfactoria.

Mantenimiento: se define como un conjunto de operaciones y/o actividades que se realizan para mantener en condiciones óptimas la productividad y seguridad en un equipo. El mantenimiento no solo está dirigido a las intervenciones propias de los equipos, sino que hacen parte integral del mejoramiento continuo de todos los procesos productivos, evaluando siempre, la evolución de la tecnología (Olives Masip, 2019).

El autor Dounce (2009), define que hay dos maneras de evaluar el comportamiento de funcionamiento en satisfacción, como aquel equipo o máquina que trabaja bien o mal, resumiéndolo en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

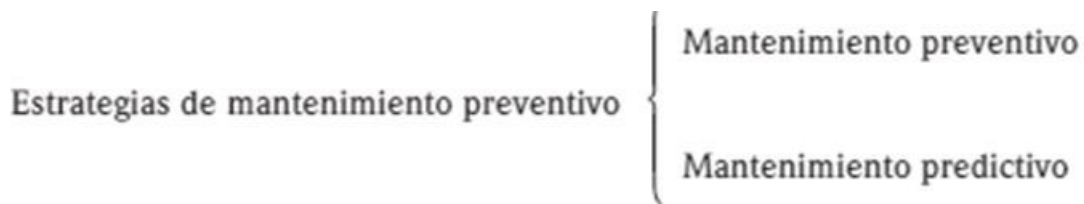
Figura 1. Taxonomía del Mantenimiento (Dounce Villanueva, 2014)



Mantenimiento preventivo: Una de las modalidades de mantenimiento, hace referencia al mantenimiento preventivo. Son todas aquellas actividades realizadas de forma periódica, en un equipo, maquina o instalación, cuyo fin es mejorar y optimizar su funcionamiento y evitar fallas imprevistas (Olives Masip, 2019). Sus principales objetivos se basan en garantizar la seguridad de los equipos y/o instalaciones, reducir la gravedad de los daños y evitar el no funcionamiento total productivo, reducir los costos directos e indirectos de la actividad, mantener la seguridad y productividad de los equipos, prolongar la vida útil de instalaciones y equipos y mejorar los procesos propios de la organización.

El mantenimiento preventivo cuenta con dos estrategias que se usan para su aplicación, basándose en labores o actividades documentadas:

Figura 2. Estrategias de mantenimiento (Dounce Villanueva, 2014)



Para el mantenimiento industrial, la definición de mantenimiento preventivo está dada por el conjunto de precauciones y procedimientos que se necesitan para que un sistema pueda seguir funcionando correctamente y no presente inconvenientes.

Otra estrategia del mantenimiento preventivo, es el predictivo. Esta estrategia, reúne componentes de seguimiento del comportamiento de los equipos, realizando un análisis a partir de síntomas o estimaciones, teniendo en cuenta factores de

evaluación estadística, de revisión continua del funcionamiento y detección del momento exacto donde ocurre un cambio en dicho proceso (Dounce Villanueva, 2014).

La aplicabilidad de las estrategias del mantenimiento preventivo se ve reflejadas en la figura anterior, donde se inician actividades necesarias para corregir un problema, teniendo que prever y anticiparse a una falla y sea obligatorio el uso de la estrategia de mantenimiento preventivo.

Figura 3. Estrategias de mantenimiento preventivo (Dounce Villanueva, 2014)

Estatus	¿Cómo supimos del defecto o error? (Gravedad 0)	Estrategia a tomar
Preventivo	La máquina mostró anomalías diversas y esporádicas, pero sin perder la calidad de su funcionamiento.	Mantenimiento preventivo
	Usando algún software especializado o estadística predictiva, o ambos, que nos anunciaron la próxima falla.	Mantenimiento predictivo

Plan de mantenimiento: Es un elemento que hace parte integral del sistema de calidad de una empresa, y se encarga de definir todas aquellas actividades periódicas preventivas, predictivas y de detección, con el fin de lograr su continuo mejoramiento, con planes necesarios y oportunos, permitiendo así definir la periodicidad, las variables de control, el presupuesto y las instrucciones para cada actividad.

Una de las características principales del plan de mantenimiento es lograr que, con cualquiera de las actividades, que hacen parte de su desarrollo, mejoren el rendimiento y reduzca el riesgo de los equipos.

Como base fundamental del mantenimiento se tiene que toda actividad preventiva, correctiva, predictiva o de detección, está siempre justificada y es aplicable bajo la razón de dar más confiabilidad al equipo, reduciendo el riesgo en su operación, la cantidad de fallas presentadas, minimizando costos de operación y aportando notablemente al nivel de comportamiento y afectación del medio ambiente (Reliability Web, 2019).

Para el diseño del plan de mantenimiento se deben tener puntos importantes para hacer que dicho plan funcione:

- Relacionar los equipos, identificándolos por zonas o áreas de trabajo.

- Recolectar información de los manuales de servicio, y realizar una revisión y análisis de los mismos.

- Elaborar fichas de mantenimiento, con datos de revisión y frecuencia de las operaciones a realizar.

- Dotación de personal, relacionado a la estructura y a la productividad de la empresa.

- Tener en cuenta los elementos complementarios de la ejecución del plan de mantenimiento.

- Ejecución de los puntos con mayor criticidad.

- Revisión y actualización continuada para optimizar la función del proceso del plan de mantenimiento (Olives Masip, 2019).

Norma: es un documento en donde su contenido está basado en estipulaciones, y esta antecedido con la palabra debe y se usan palabras clave, para mostrar requisitos y facilitar la consulta para otra norma o código y/o como adopción como ley.

Regla 5W + 1H: es un método de análisis basado en contestar seis preguntas formuladas con sus siglas en inglés: Qué (WHAT), Por qué (WHY), Cuándo (WHEN), Dónde (WHERE), Quién (WHO) y Cómo (HOW).

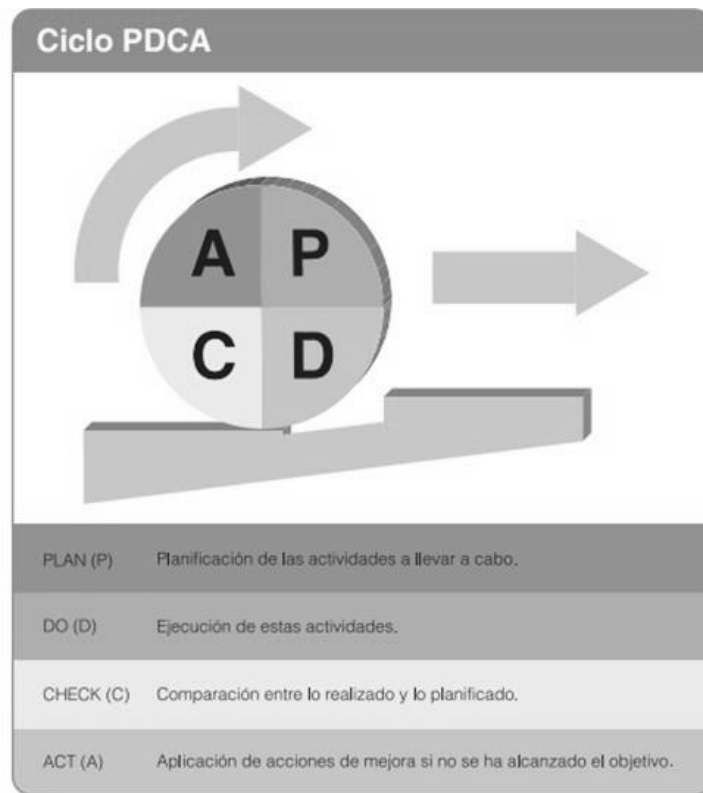
Esta metodología fue diseñada por Lasswell (1979) y es implementada como una lista de revisión por la cual es posible desarrollar estrategias para realizar planes de mejora.

Los planes de mejoramiento pueden aplicarse de forma radical o solo aplicarse a donde se necesita, pero es importante tener en cuenta que cuando se habla de cambios radicales es muy poco probable que se lleven a cabo, mientras que los cambios realizados a una determinada estructura se pueden aplicar de forma reiterada para un mismo procedimiento. Esta forma de aplicabilidad es llamada una mejora continua.

Los procesos de mejoramiento se pueden visualizar como un ciclo y es llamado ciclo PDCA o ciclo de Deming o ciclo de calidad.

El ciclo PDCA (PLAN, DO, CHECK, ACT), se emplea como herramienta de un plan de mejoramiento a largo plazo, y se recomienda su uso porque no solo está visto como un plan de mejoramiento continuo sino como una manera de orientación de desarrollo y ejecución de procesos (Trias, Gonzalez, Fajardo, & Flores, 2009).

Figura 4. Ciclo PDCA (Trias, Gonzalez, Fajardo, & Flores, 2009)



Para el caso de la regla de las 5W + H permite planificar con más facilidad los métodos a desarrollar para la implementación de herramientas generadas por la ejecución del ciclo de mejora PDCA.

NFPA en Colombia: Para obtener la calidad en relación a la NFPA, la regional colombiana tuvo una junta un año antes de que dicho título fuese otorgado. La función de la junta preliminar fue determinar el trabajo inicial de la regional, y posteriormente asegurar su consentimiento, de esta manera se estableció el Capítulo en Colombia en 2003. Actualmente Colombia y México han adecuado la NFPA a sus necesidades (Blanco Duarte & Martinez Jamaica, 2016).

Las Normas NFPA más comunes:

NFPA 10- Extintores portátiles.

NFPA 13- Instalación de sistemas de rociadores y estándares de fabricación.

NFPA 20- Instalación de bombas estacionarias contra incendio.

NFPA 25- Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección a base de agua.

NFPA 70- Código eléctrico nacional.

NFPA 72- Código nacional de alarmas.

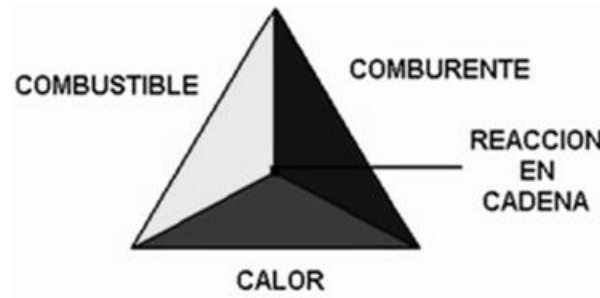
NFPA 101- Código de seguridad Humana, el fuego en estructuras y edificios

El fuego o combustión: Es una respuesta rápida a una reacción química de oxidación de características exotérmicas, autoalimentada, con presencia de un combustible en cualquiera de sus fases (sólido, líquido o gaseoso), según las normas UNE; su caracterización está dada por la combustión y emisión de calor acompañada de humo, llamas o ambos. Otras definiciones establecen que el fuego es luz y calor producidos por combustión y químicamente está dado como un proceso de reacción química, en la que participa una sustancia combustible y un comburente, que se da en condiciones energéticas y donde se desprende calor, radiación luminosa, humo y gases de combustión (Esparza, 2019).

El triángulo y tetraedro del fuego: Para el estudio de la dinámica del fuego y su extinción se combinan disciplinas como la mecánica de fluidos, los cambios de calor y la materia, y las reacciones químicas. Para la representación de los

elementos básicos del fuego muchos textos emplean un triángulo o tetraedro, siendo una forma más simple de mostrarse (Bomberos Tercera, 2017).

Figura 5. Representación gráfica del fuego (Bizkaia, 2019)



Una gráfica simple para referir la causa de la combustión es el triángulo de fuego. Con este esquema se quiso explicar que el fuego no puede generarse sin la unión de estos tres elementos principales: el combustible, el comburente y la energía de activación (calor).

Combustible: Es una sustancia capaz de arder bajo condiciones determinadas en cualquier estado en el que se encuentre y donde la materia pueda sufrir una rápida oxidación (Bomberos Tercera, 2017).

Comburente: es el elemento que en presencia del combustible puede arder (en condiciones normales, el combustible se oxida en una reacción de combustión). El oxígeno es el oxidante más común. Por ello, el aire, que en su contenido tiene 21% de volumen de oxígeno, es el comburente más común en todos los fuegos e

incendios. En algunas reacciones químicas donde el oxígeno se desprende bajo ciertas condiciones, puede generarse la combustión en ausencia del comburente; otros elementos o productos pueden arder sin necesidad de la presencia de aire por contener en su estructura molecular oxígeno (Bomberos Tercera, 2017).

Punto de Ignición: es la temperatura mínima en la que el combustible genera suficientes vapores, que en presencia del aire u otro comburente, inicia a arder sin depender de una fuente de ignición (Bomberos Tercera, 2017).

Punto de Inflamación: es donde la temperatura mínima actúa sobre el combustible y este emite suficientes vapores que en presencia del comburente y en contacto con una fuente de ignición, se inflama y continua ardiendo, así la fuente de ignición se haya retirado (Bomberos Tercera, 2017).

Punto de auto inflamación: En este punto la temperatura mínima donde el combustible emite vapores, y en presencia del aire u otro, inicia a arder sin el aporte de una fuente de ignición (Bomberos Tercera, 2017).

Figura 6. Representación gráfica de temperaturas de combustión (Villanueva Botella, 2015)



Campo de inflamabilidad: las concentraciones intermedias entre los dos límites de inflamabilidad reciben el nombre de rango o campo de inflamabilidad, y son combinaciones con capacidad de iniciar una combustión. La explicación de dichos límites, puede darse, como un ejemplo, el producto en combustión presente en el fuego como es el monóxido de carbono (CO). Sus límites están entre 12.5% al 74% de contenido de una combinación con aire. Esto demuestra que, si la atmosfera del ambiente contiene 12.5% o más de CO, pero no menos de 74% puede arder o explotar, pero si su porcentaje es inferior a 12.5%, se considera que la mezcla está por debajo del límite inferior de inflamabilidad y que es demasiado pobre en combustible para arder. Cuando el contenido de CO es mayor a 74%, la combinación se encuentra por arriba del límite superior de inflamabilidad, es altamente rica en combustible para arder (Esparza, 2019).

Tabla 1. Rangos de inflamabilidad de algunas sustancias (Esparza, 2019)

	<i>Substancia</i>	<i>L.I.I. % vol. aire</i>	<i>L.S.I. % vol. aire</i>
<i>Gases</i>	Propano	2,2	9,5
	Cloruro de Vinilo	3,6	33
	Metano	5,0	15,0
	Propileno	2,4	11
	Acetileno	2,5	81
	Monóxido de carbono	12,5	74
	Butano	1,9	8,5
	Etano	3	12,4
	Hidrógeno	4	75
	Gas Natural	4,5	15
<i>Líquidos</i>	Tolueno	1,2	7,1
	Alcohol etílico	4,3	19,0
	Acetona	2,5	12,3
	Benceno	1,4	7,1
	Aguarrás	1,1	6,0
	Amoniaco	16	25
	Gasolina	1,5	7,6
	Pentano	1,5	7,8
	Bisulfuro de carbono	1,3	50
	Decano	0,8	5,4

En la tabla 1 se seleccionaron algunos tipos de sustancias que pueden generar una combustión por una reacción química. Así mismo, existen factores que influyen en la combustión y los de mayor importancia contribuyen a hacer más peligroso el combustible una vez inflamado.

Poder calorífico: es la cantidad de calor generado por un combustible por unidad de masa. Normalmente, su medición se da en mega calorías por kilogramo de combustible (Mcal/kg). Entre más alto sea el poder calorífico del combustible, mayor será la temperatura de los materiales para la propagación del fuego (Esparza, 2019).

Tabla 2. Poder calorífico de algunos materiales (Esparza, 2019)

<i>Materiales</i>	<i>Poderes caloríficos Mcal./kg.</i>
Alcohol etílico	6,45
Propano	10,98
Tolueno	8,59
Serrín de pino	5,37
Virutas de madera	4,57
Papel prensa	4,37
Asfalto	9,87

Origen de un incendio: su inicio siempre se da en pequeña capacidad, normalmente, por algún descuido de tipo humano o por fallas eléctricas y van aumentando su dimensión e intensidad si encuentra oxígeno y combustibles a su alcance. Si hay suficiente capacidad de oxígeno y la combustión se da completamente, su resultado será la producción de un incendio muy rápido. La generación de calor alcanza temperaturas muy elevadas de 500° hasta 1.100°C. En estas condiciones, la combustión, aun sin terminarse, produce un humo denso, quedando atrapado en el interior de un área al mismo tiempo que con los gases combustibles sobrecalentados, y estos gases se calientan más allá de la temperatura de inflamación. Si se concentra aire, antes de lograr la liberación de los gases, estos pueden llegar a aumentar su inflamación y generar una explosión súbita, también conocida como explosión de humo. Estas son las causantes de afectaciones en estructuras y edificaciones (Figuroa, 2008).

Humo: Este factor es el más determinante en la generación de un incendio. Es el primer causante de muertes, aún más que el fuego mismo. La energía calorífica y los gases aumentan, y la respiración es más difícil cada vez que la cabeza de una persona se encuentra más alta de la emisión de este humo. Para el control de estas situaciones, se sugiere cubrir boca y nariz con un paño húmedo para mejorar la respiración. Tener en cuenta que para el manejo a este tipo de situaciones, se recomienda usar escaleras, descender (si las condiciones lo permiten) y no dirigirse a un piso más alto. Si no es posible lograr el descenso, puede ir a una terraza o puede tratar de pasar a una zona cercana y solicitar ayuda. Evite saltar de la edificación y no entre en pánico (Figueroa, 2008).

Clasificación del riesgo: La clasificación del riesgo fue determinada en la Guía para el diseño de sistema contra incendios de los estudiantes Blanco Duarte y Martínez Jamaica según los parámetros de la norma NSR – 10 para esclarecer cual es la necesidad del uso de rociadores o gabinetes, o la posibilidad de la combinación de estos dos elementos. Al determinar estos criterios, para el caso de rociadores, se usara como guía la clasificación de edificaciones en situación de algunos riesgos y de acuerdo a su uso en la norma NFPA 13.

Los estudiantes de Ingeniería Civil, en la recolección de la información de la norma NSR 10, dedujeron lo siguiente:

Para establecer las condiciones de la norma en mención, es necesario clasificar las edificaciones según su grupo de ocupación y citan al autor Scattaglia como referenciación de una clasificación de grupos y subgrupos de acuerdo a su actividad.

Presentan la Tabla 3 en donde la clasificación está dada para verificar las exigencias en cuanto a las características del sistema que necesita la edificación.

Así mismo, el planteamiento de los sistemas de protección contra incendios está determinado según al grupo que pertenecen en esta clasificación, y especifica las reglas que rigen cada elemento a utilizar y lo muestran en la Tabla 4.

La Tabla 4, indica cual es la norma en referencia para la clasificación de la ocupación y muestra el tipo de sistema adecuado para implementarlo en una edificación.

De acuerdo al planteamiento de la norma NSR 10 y luego de establecer los elementos de la red, se determina que se necesita conocer los parámetros para definir el tipo de riesgo para los cuales están dirigidos los rociadores del sistema. En la Tabla 5 se indica la clasificación según el riesgo dado en la norma NFPA 13. En esta tabla se clasifica el riesgo de la edificación de acuerdo a la determinación de su uso entre riesgos leve, ordinarios y extra (Blanco Duarte & Martínez Jamaica, 2016).

Tabla 3. Grupos y Sub grupos de ocupación (Blanco Duarte & Martínez Jamaica, 2016)

Grupos y subgrupos de Ocupación	Clasificación
A	ALMACENAMIENTO
A-1	Riesgo moderado
A-2	Riesgo bajo
C	COMERCIAL
C-1	Servicios
C-2	Bienes
E	ESPECIALES
F	FABRIL E INDUSTRIAL
F-1	Riesgo moderado
F-2	Riesgo bajo
I	INSTITUCIONAL
I-1	Reclusión
I-2	Salud o incapacidad
I-3	Educación
I-4	Seguridad pública
I-5	Servicio público
L	LUGARES DE REUNION
L-1	Deportivos
L-2	Culturales y teatros
L-3	Sociales y recreativos
L-4	Religiosos
L-5	De transporte
M	MIXTO Y OTROS
P	ALTA PELIGROSIDAD
R	RESIDENCIAL
R-1	Unifamiliar y bifamiliar
R-2	Multifamiliar
R-3	Hoteles
T	temporal

(AIS, 2012)

En la Tabla 3 se presentan los grupos y sub grupos de ocupación, según al área y su finalidad, es decir, el tipo de actividades desempeñadas en cada zona.

Tabla 4. Sistema de protección contra incendio según la ocupación (Blanco Duarte & Martínez Jamaica, 2016)

Grupo o subgrupo	Sistemas de protección requeridos.		Norma reguladora
	Sistema de rociadores	Sistema de mangueras	
A	<p>A toda la edificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene más de 3 pisos o 9m de altura • Tiene un área mayor a 2200 m2 	A Toda la edificación	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13
C	<p>A toda la edificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene un área mayor a 1100 m2 • Tiene más de 3 pisos o 9m de altura 	A toda la edificación	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13
I	<p>A toda la edificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pertenece a los subgrupos I1 e I2 • Pertenece al subgrupo I3 y además: • Tiene un área mayor a 2000 m2 • Tiene más de 4 pisos o 12 m de altura • Todos los niveles bajos o sótanos 	<p>A toda la edificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tiene más de 3 pisos o 9m de altura • Todos los niveles bajos o sótanos • Todas las edificaciones que se encuentren a más de 30 m de distancia al sitio hasta el que se puede acercar el vehículo de bomberos 	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13

(AIS, 2014)

Grupo o subgrupo	Sistemas de protección requeridos.		Norma reguladora
	Sistema de rociadores	Sistema de mangueras	
M	A toda la edificación	A toda la edificación	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13
P	A toda la edificación	A toda la edificación	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13 • NFPA 5000
R-2	<ul style="list-style-type: none"> • A toda la edificación si tiene 7 pisos o más (excepto en las escaleras) • Todos los sótanos de parqueo 	<ul style="list-style-type: none"> • A toda la edificación si tiene más de 5 pisos o 15m de altura • Todos los sótanos de parqueo 	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción • NTC 2301 • NFPA 13
R-3	<ul style="list-style-type: none"> • A toda si tiene más de 5 pisos o 15 m de altura (excepto en las escaleras) • Todos los sótanos de parqueo 	<ul style="list-style-type: none"> • A toda la edificación si tiene más de 5 pisos o 15m de altura • Todos los sótanos de parqueo 	<ul style="list-style-type: none"> • Código para suministro y distribución de agua para extinción. • NTC 2301 • NFPA 13

(AIS, 2014)

En la Tabla 4 se define el sistema contra incendios según la ocupación y se determina el sistema de rociadores, el tipo de manguera y la normatividad aplicada para la definición de las características de cada elemento.

Tabla 5. Clasificación del riesgo según NFPA 13 (Blanco Duarte & Martínez Jamaica, 2016)

<p>Riesgo leve</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Refugios para animales • Iglesias • Clubes • Aleros y voladizos, si son de construcciones combustibles, sin materiales combustibles debajo • Ocupaciones educacionales • Hospitales, incluidos hospitales para animales e instalaciones veterinarias • Ocupaciones institucionales • Criaderos de perros • Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados • Museos • Hogares de cuidados intermedios o casas de convalecencia • Oficinas, incluidas las de procesamiento de datos • Ocupaciones residenciales • Áreas de asientos de restaurantes • Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y proscenios • Áticos no utilizados
<p>Riesgo ordinario (Grupo I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estacionamientos y salas de exhibición de automóviles • Panaderías • Fábricas de bebidas • Enlatadoras • Fabricación y procesamiento de productos lácteos • Plantas electrónicas • Fabricación de vidrio y productos de vidrio • Lavanderías • Áreas de servicio de restaurantes
<p>Riesgo ordinario (Grupo II)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones agrícolas • Caballerizas y establos • Molinos cerealeros • Plantas químicas - productos químicos ordinarios • Productos de confitería • Destilerías • Tintorerías • Dársenas exteriores de carga. • Molinos de pienso • Establos para caballos

(National Fire Protection Association, 2016)

<p>Riesgo ordinario (Grupo II)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fábricas de productos de cuero • Bibliotecas - áreas de grandes salas con libros apilados • Talleres de maquinarias • Instalaciones de trabajo de metales • Ocupaciones mercantiles • Plantas de elaboración de papel y pulpa • Plantas procesadoras de papel • Muelles y embarcaderos • Instalaciones de fabricación de plásticos • Oficinas de correo • Imprentas y talleres de artes gráficas • Áreas de establos • Talleres de reparación • Área de aplicación de resinas • Escenarios • Fábricas de productos textiles • Fábricas de neumáticos • Fábricas de productos del tabaco • Maquinado de maderas • Ensamblaje de productos madereros
<p>Riesgo extra (Grupo I)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hangares para • Áreas de utilización de fluido hidráulico combustible • Fundiciones • Extrusión de metales • Fabricación de madera laminada y aglomerados • Imprentas • Recuperación, composición, secado, triturado y vulcanizado • de goma • Aserraderos • Plantas textiles
<p>Riesgo extra (Grupo II)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Saturación de asfalto • Pulverización de líquidos inflamables • Revestimiento por flujo • Ensamblajes de viviendas prefabricadas o de edificios modulares • Enfriado en aceite en cuba abierta • Fabricación de plásticos • Limpieza con solventes • Barnizado y pintado por inmersión

(National Fire Protection Association, 2016)

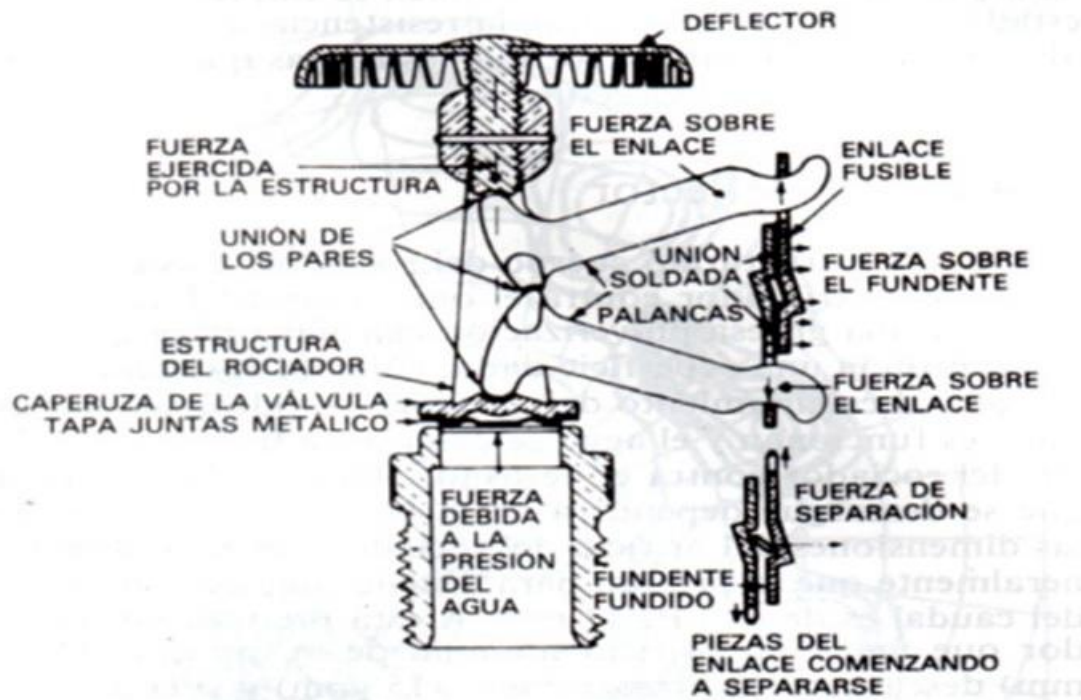
En la tabla 5 se describe los tipos de riesgo según la NFPA 13 sistema de portación de agua por rociadores y la posible ocupación donde se puede aplicar estos riesgos, esta tabla puede

facilitar la escogencia por parte de los diseñadores del riesgo ya que en muchas ocasiones la descripción de la ocupación es muy ambiguo y puede producir un análisis erróneo del riesgo. La clasificación del riesgo se determinan según el poder calorífico y el tiempo de propagación del fuego según cada ocupación.

Rociadores: la caracterización de los rociadores automáticos hace referencia a que son elementos termo sensibles que se accionan en temperaturas establecidas generando de forma automática un chorro de agua que se distribuye en cantidades y de manera específica sobre una zona determinada. Su actuación es directamente sobre el fuego para extinguirlo en su totalidad o imposibilitar que se propague en el caso de que hubiese un foco de iniciación fuera de difícil alcance o que el tipo de incendio no pudiese apagarse por este sistema. El agua se transporta por las boquillas de salida de los rociadores por un sistema de tuberías, normalmente está ubicado de forma suspendida o elevada, y este interconecta los rociadores en intervalos a lo largo de la tubería (Escalona, Mendoza, & Ruiz, 2019).

Tipos básicos de rociadores y elementos funcionales: La descarga de agua de los rociadores automáticos no permiten su paso a través de una válvula que se mantiene unida de forma rígida y está unida con el espacio de descarga dirigido por un sistema de palancas y uniones que la estrangulan y retienen con mucha firmeza con intervención de varillas de sujeción (Botta, 2011).

Figura 7. Representación gráfica del sistema interno de un rociador (Botta, 2011)



La fuerza mecánica que se aplica generalmente en la cubierta superior de la válvula tiene una magnitud mucho más grande que la que se produce por la fuerza del agua que se encuentra debajo, de tal forma que la opción de fugas, incluso las creadas por la fuerza del agua eventualmente altas, es muy poca. Esta presión es producida en tres etapas: la primera se da a causa del efecto de las cuatro palancas, la segunda está determinada por la acción de los enlaces y la tercera se da por la carga del fundente entre las partes del enlace. La distribución del rociador y de las demás piezas del sistema tiene un grado importante de elasticidad en el que se produce la energía suficiente para generar el accionamiento de las partes móviles.

Abastecimiento de agua: en los sistemas automáticos de rociadores resulta indispensable tener por lo menos un suministro de agua de las mismas características con la presión, confianza y capacidad justa con las características similares al sistema. Este sistema no necesita de ningún tipo de operación manual, como podría darse al establecer las conexiones, operar las válvulas o iniciar las bombas para abastecer el agua cuando ocurra un incendio.

La cantidad de agua de un sistema de rociadores está directamente dirigido al número de rociadores que se cree que entraran en funcionamiento al mismo tiempo, pero depende de muchos factores y no puede realizarse un cálculo exacto.

La solución del abastecimiento de agua de un sistema de rociadores, depende de una caracterización técnica fundamentada en la experiencia, en tener en cuenta los factores que favorecen y posibles situaciones adversas, y cuál sería el control de los rociadores sobre una situación de fuego. Cuando se genera un efecto refrigerante que se da por el agua liberada por los rociadores es mucho más amplio que la temperatura generada por el fuego, el sistema de rociadores puede imponerse. Cuando la situación es contraria, y el abastecimiento del sistema hidráulico de rociadores está sujeto a otros sistemas, los rociadores no pueden controlar fácilmente una situación de fuego y pueden ocurrir fallas en el sistema. Cuando todos los factores son adecuados, el controlar el fuego puede realizarse con una cantidad mínima de rociadores. Pero las situaciones cambian según el tipo de riesgo, área y tipo de edificaciones, la cantidad de rociadores previstos para activarse en situación de incendio puede cambiar para poder cubrir totalmente toda la instalación del área, y así, debe generarse un abastecimiento de agua de acuerdo a la necesidad (Botta, 2011).

Los factores que intervienen principalmente para definir el número de rociadores de acuerdo a la magnitud del incendio, y deben considerarse para definir las necesidades del abastecimiento de agua son:

Presión inicial del agua: cuanto mayor sea la presión, la salida es proporcionalmente mayor. Si la salida es mayor, también es mayor posibilidad de dominar el fuego con una menor cantidad de rociadores y así, menor es la cantidad de agua que debe usarse si estuviesen instalados más rociadores.

Obstáculos a la división de agua desde los rociadores: cuando se presentan impedimentos como productos almacenados, estanterías, es menor la posibilidad de que se realice el control del fuego en sus inicios y existe una mayor opción de que se haga la apertura de los rociadores, lo que generará un mayor consumo de agua.

Techos de grandes alturas y corrientes de agua: cuando se presentan techos de una altura mayor a la normal, es más probable que se generen corrientes de aire que disipen el calor, distanciándolo de los rociadores ubicados estratégicamente en el inicio del incendio, lo que no solo presentan retraso de la salida del agua sino que se activaran los rociadores lejos del punto de origen del incendio.

Normalmente se necesitara más agua para suplir estas condiciones.

Ranuras verticales sin protección: cuando se presentan aberturas por donde el fuego puede fácilmente propagarse hacia arriba, debe tenerse en cuenta que

deben abrirse más rociadores, generalmente cercano de las ranuras verticales donde el fuego se inicie.

Dimensión de las áreas no compartimentadas: las áreas no compartimentadas tienen una mayor cantidad de rociadores, teniendo como opción que muchos de esos rociadores sean activados, produciendo una mayor necesidad de agua que la generada en las áreas de mayor dimensión.

Obstáculos y espacios ocultos en el suelo y en el techo: las estructuras, sistemas de iluminación y de calefacción, y aire acondicionado pueden obstruir el paso del agua haciendo necesario instalar muchos más rociadores. Otras zonas igual de obstaculizadas necesitan del mismo sistema de instalación. Se debe tener en cuenta que los espacios con alta combustión que se encuentran ocultos tienen una alta importancia sobre el diseño de las áreas de más protección con rociadores, si no se encuentran protegidos, necesariamente se deben instalar el doble de rociadores para controlar el fuego.

Extensión de áreas protegidas y exposición a fuegos externos: el inicio de un incendio que se de en una área no protegida y que se distribuya a una zona ya protegida por un sistema de rociadores automáticos presenta una función no común sobre los rociadores y necesitan de un abastecimiento de agua más alto para que funcione correctamente el sistema.

Los factores anteriormente mencionados se evalúan individual y conjuntamente y no es posible generar una formulación generalizada ni una metodología sencilla que dé una solución más precisa para saber la cantidad de agua del sistema (Botta, 2011).

Tipos de sistemas de rociadores:

Sistema de tubería húmeda: los rociadores están adaptados a tuberías que en su interior contienen agua a presión en cada instante. Cuando se presenta un incendio, los rociadores se accionan por temperatura y el agua se transporta por ellos rápidamente.

Sistema de tubería seca normales: los rociadores en este tipo de tubería están adaptados en un sistema que en su interior contienen aire o nitrógeno a presión. Cuando la temperatura activa el rociador, se disminuye la presión, se abre una válvula de tubería seca por la fuerza del agua y esta corre por todo el sistema de rociadores que se hayan abierto.

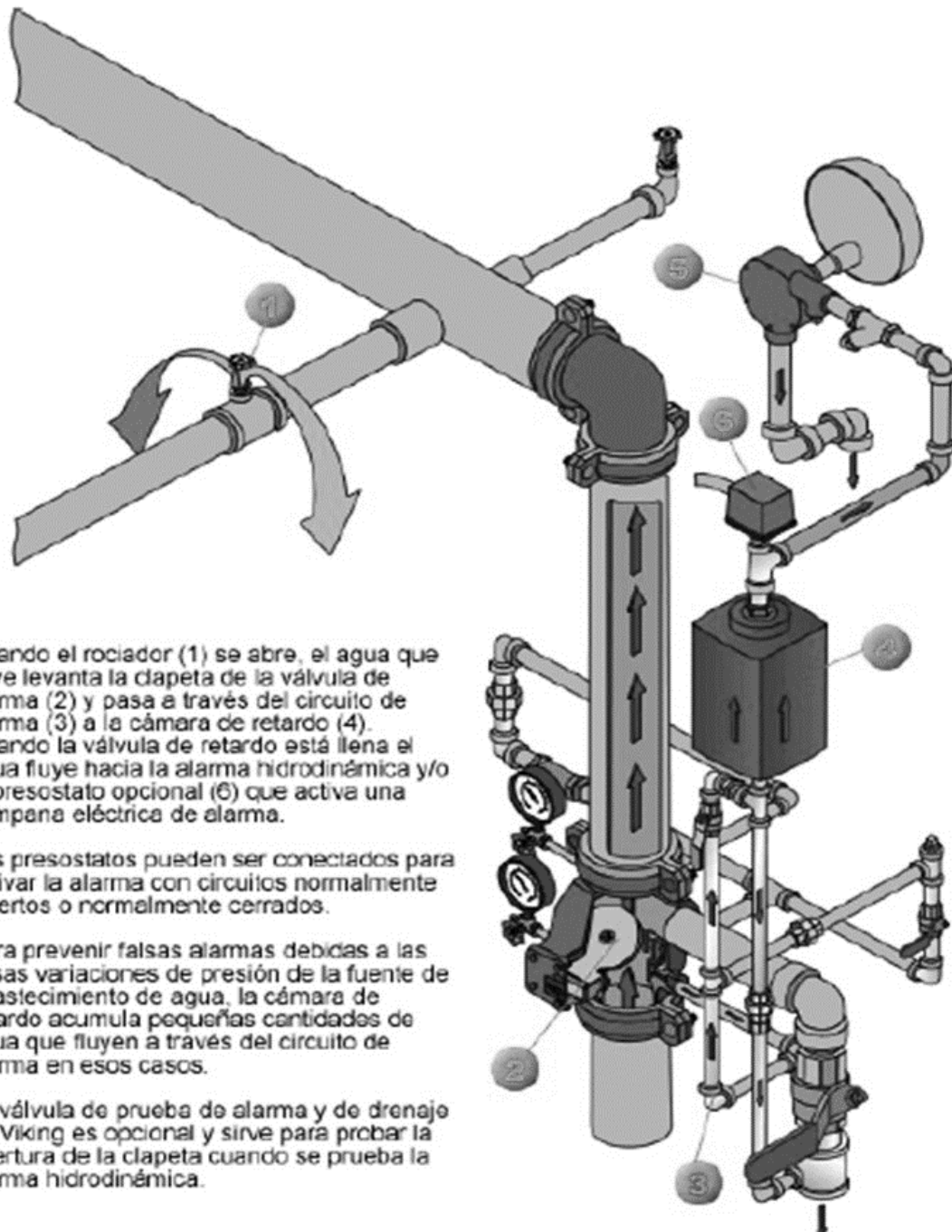
Sistemas de acción previa: son sistemas de tubería seca en donde el aire puede presentarse con presión o no. Cuando se genera un incendio, un elemento de detección, ubicado en el área protegida, se activa, haciendo la apertura de la válvula que libera el agua hacia la tubería y su paso de da por los rociadores que se hayan accionado por la temperatura generada por el fuego.

Sistema de inundación total: son sistemas parecidos a los de activación previa, a diferencia que normalmente los rociadores siempre están abiertos. Cuando la temperatura del incendio acciona el detector, el agua circula hasta los rociadores y se libera por todos ellos, generando una inundación de toda el área que se protege.

Sistemas de rociadores de tubería mojada o húmeda: es un sistema de protección fijo contra fuegos que usa tuberías con agua a presión. Se usan cabezales rociadores que se activan de forma automática por efecto del calor, y se ubican de acuerdo a la normatividad y reglas técnicas, dados para la instalación de este tipo de sistemas.

Una vez que se activan, el agua es liberada en un área determinada con el fin de apagar el fuego. Al distribuirse el agua por el sistema, se acciona una alarma con la finalidad de indicar que el sistema está funcionando. Solo se activan los rociadores que están ubicados sobre la superficie con fuego o en la áreas aledañas, para que se reduzcan los daños generados por el agua (Botta, 2011).

Figura 8. Representación gráfica de un sistema de rociadores automáticos de tubería mojada (Botta, 2011)



Cuando el rociador (1) se abre, el agua que fluye levanta la clapeta de la válvula de alarma (2) y pasa a través del circuito de alarma (3) a la cámara de retardo (4). Cuando la válvula de retardo está llena el agua fluye hacia la alarma hidrodinámica y/o al presostato opcional (6) que activa una campana eléctrica de alarma.

Los presostatos pueden ser conectados para activar la alarma con circuitos normalmente abiertos o normalmente cerrados.

Para prevenir falsas alarmas debidas a las falsas variaciones de presión de la fuente de abastecimiento de agua, la cámara de retardo acumula pequeñas cantidades de agua que fluyen a través del circuito de alarma en esos casos.

La válvula de prueba de alarma y de drenaje de Viking es opcional y sirve para probar la apertura de la clapeta cuando se prueba la alarma hidrodinámica.

Ventajas de los sistemas de protección mediante rociadores automáticos:

Los rociadores automáticos son efectivos para brindar seguridad de los seres humanos, porque evitan y reducen la intervención del personal de bomberos.

Los rociadores evitan que se presenten pérdidas de seres humanos.

La detección de fuego y su aviso se dan al mismo tiempo y liberan el agua sobre el área afectada.

La función de los rociadores sobre el fuego es doble: la actuación sobre el humo es de manutención en los niveles mínimos y su enfriamiento permite una permanencia un poco más larga de las personas, que sin su uso no sería posible.

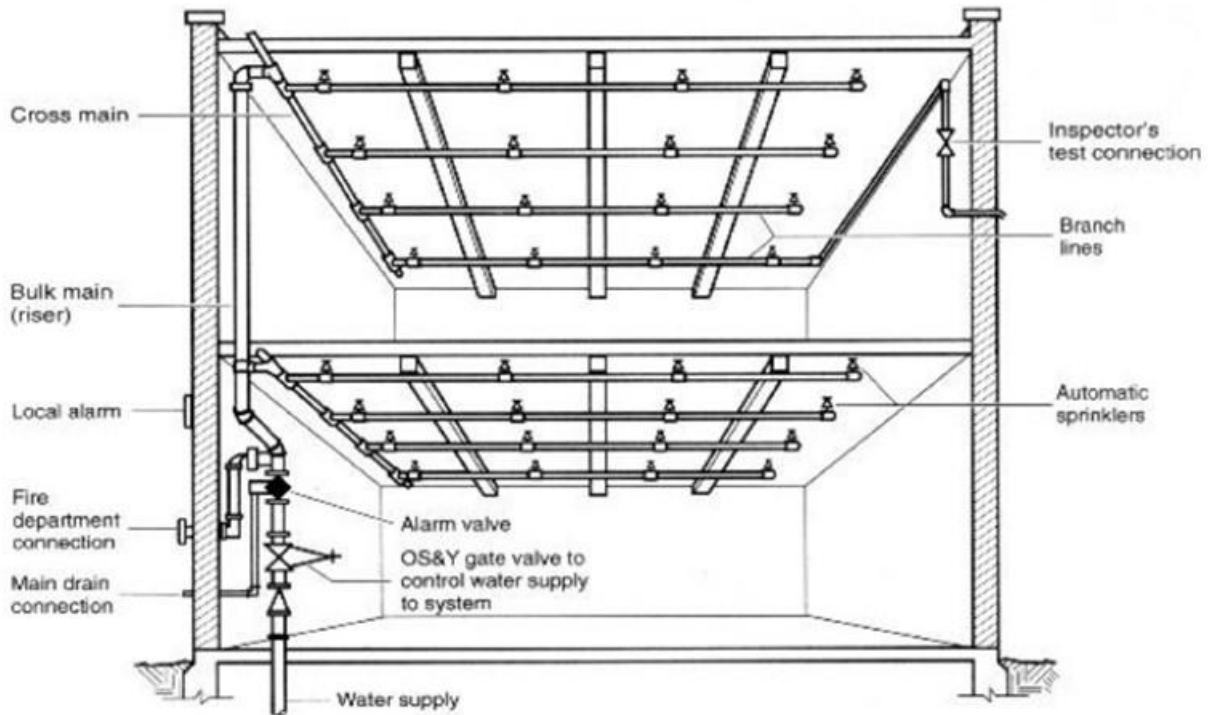
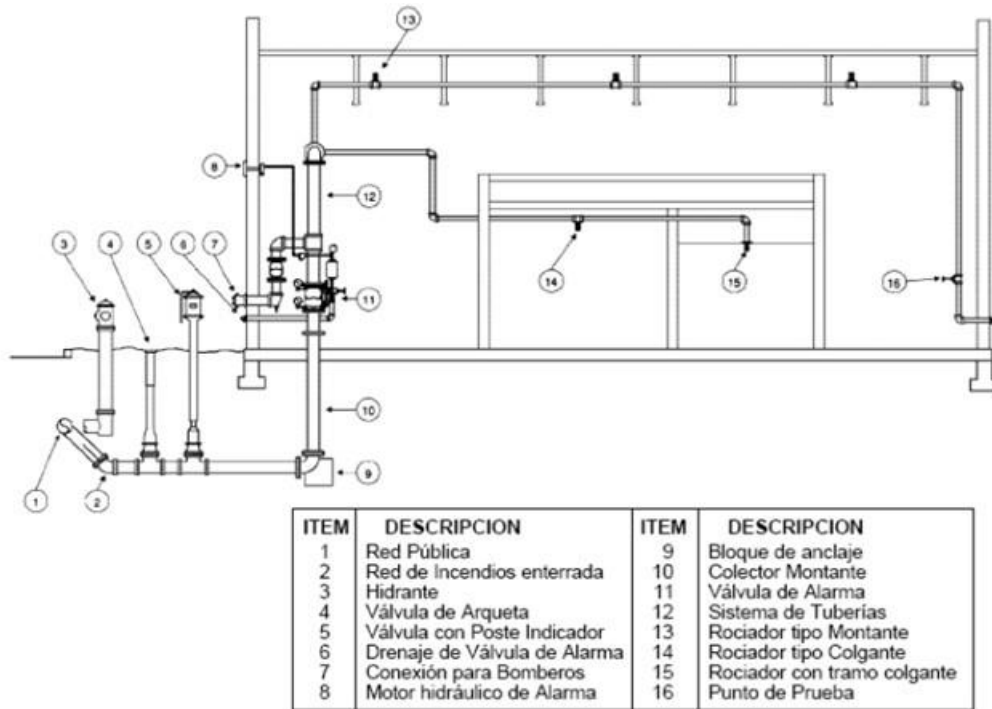
El agua liberada por el sistema de los rociadores instalados, genera menos afectaciones que los presentados por el agua cuando es dirigida a chorro con una manguera por los bomberos.

La aplicación del agua solo se da en el área afectada. Su accionamiento solo se hace directo o en cercanías inmediatas del inicio del incendio.

La activación de los rociadores no se boquea por el humo o la temperatura, como puede ser el caso de los bomberos.

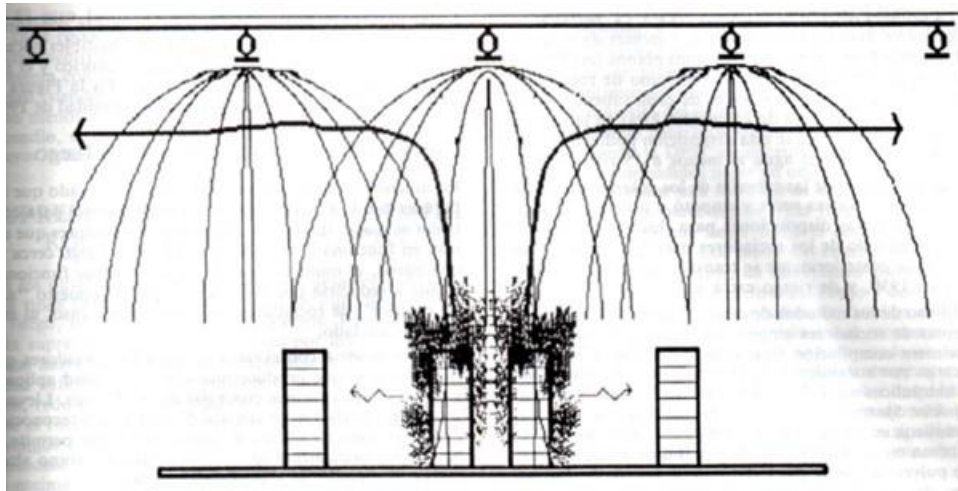
Los sistemas con rociadores automáticos pueden ser activados rápidamente y en forma eficaz en el foco del fuego (Botta, 2011).

Figura 9. Representación gráfica de los componentes de un sistema de rociadores automáticos (Botta, 2011)



Control de un incendio mediante rociadores automáticos: la forma en que los rociadores controlan el incendio es llamado “control del incendio”, esta forma de actuación prevé que se activaran varios rociadores. La ubicación de los rociadores están con el fin de extinguir, de la misma forma los rociadores cercanos se activan para bajar y controlar los demás elementos potencialmente combustibles evitando la propagación del fuego. Todos los rociadores accionados refrigeran el ambiente y evitan que los demás rociadores que no intervienen en el incendio se activen (Botta, 2011).

Figura 10. Representación gráfica del sistema de rociadores en funcionamiento (Botta, 2011)



Temperaturas de accionamiento de los rociadores automáticos: los rociadores son activados según la temperatura de activación. Este valor se determina en pruebas en las que el rociador es sometido en inmersión en un líquido con características de aumento de temperatura progresiva lenta hasta que el rociado se active (Botta, 2011).

Mantenimiento de rociadores: en la Tabla 6 se describen de forma clara y resumida las pruebas y la manutención de los sistemas de rociadores.

Tabla 6. Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores (Botta, 2011)

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Indicadores (secos, pre-acción, inundación)	Semanal/mensual	5.2.4.2, 5.2.4.3, 5.2.4.4
Válvulas de control		Tabla 13.1
Dispositivos de alarma de flujo de agua	Trimestral	5.2.5
Dispositivos de alarma de supervisión de válvulas	Trimestral	5.2.5
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)	Trimestral	5.2.5
Manómetros (sistemas de tubería húmeda)	Mensual	5.2.4.1
Rótulo hidráulico	Trimestral	5.2.6
Edificios	Anualmente (antes de la estación de heladas)	4.1.1.1
Abrazaderas/soportes sísmicos	Anual	5.2.3
Tubos y conexiones	Anual	5.2.2
Rociadores	Anual	5.2.1
Rociadores de repuesto	Anual	5.2.1.4
Cartel informativo	Anual	5.2.6.1
Conexiones del cuerpo de bomberos		Tabla 13.1
Válvulas (todos los tipos)		Tabla 13.1
Obstrucción, inspección interna de la tubería	5 años	14.2
Prueba		
Dispositivos de flujo de agua		
Dispositivos mecánicos	Trimestral	5.3.3.1
Dispositivos tipo paleta y a presión	Semianual	5.3.3.2
Dispositivos de supervisión de Válvulas		Tabla 13.1
Dispositivos de Señal de Supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)		Tabla 13.1
Drenaje principal		Tabla 13.1
Solución anticongelante	Anual	5.3.4
Manómetros	5 años	5.3.2
Rociadores –temperatura extra alta	5 años	5.3.1.1.1.4
Rociadores – respuesta rápida	A 20 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1.3
Rociadores	A 50 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1
Rociadores	A 75 años y cada 5 años después	5.3.1.1.1.5
Rociadores - secos	A 10 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1.6
Mantenimiento		
Válvulas (todos los tipos)		Tabla 13.1
Drenajes de punto bajo (sistema de tubería seca)		13.4.4.3.2
Rociadores y boquilla pulverizadores automáticas que protegen equipos de cocina y sistemas de ventilación	Anual	5.4.1.9
Investigación		
Obstrucción		14.3

En la Tabla 6 se presenta la descripción de tiempos, inspección, pruebas y mantenimiento de un sistema de rociadores en cada una de las partes y/o componentes que componen la red contra incendios.

5.3 Marco normativo/legal

Norma	Numeral	Observación
NFPA 25	Capítulo 5 (Inspección, prueba y mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua.) (NFPA: National Fire Protection Association, 2010)	Se utilizara para el diseño del plan de mantenimiento, especificando requisitos mínimos de inspección y pruebas en los sistemas de rociadores automáticos.
NFPA 13	Norma para instalación de sistemas de rociadores. Capítulos 6 y 8 (National Fire Protection Association, 2007)	Se implementa para la clasificación de los elementos, componentes y accesorios del sistema de rociadores contra incendio.
NSR - 10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.(capítulos J y K) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)	Se efectúa para determinar las condiciones bajo las cuales se diseña una red contra incendios en edificaciones.
ISO 14224	Industria de petróleo, petroquímica y gas natural-recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224: 2016) (BSI Standards Publication, 2016)	Se consulta para las definiciones, referencias y taxonomía de mantenimiento de equipos industriales.

6 Marco metodológico

6.1 Recolección de la información

6.1.1 Tipo de investigación

Tabla 7. Tipo de investigación (Universidad ECCI, 2019)

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

En la Tabla 7 se representa los diferentes tipos de investigación que se pueden hacer.

El prototipo a usar para el desarrollo del trabajo de Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el Sistema de rociadores contraincendios, en una edificación hospitalaria,

es de tipo documental porque se analiza la información escrita sobre el tema de objeto de estudio.

Los datos se obtendrán por medio de documentos, textos elaborados por expertos en el área de la protección contra incendio, fichas técnicas elaboradas por fabricantes, fuentes de información escritas elaborados por personal con conocimiento técnico y la norma NFPA 25. Con base en esta documentación recolectada se efectuarán los análisis de las variables, que permitirán el diseño del plan de mantenimiento preventivo a una red contra incendio de rociadores automáticos.

6.1.2 Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1 Fuentes primarias

Para desarrollar este proyecto de investigación se utiliza como fuente primaria los manuales de funcionamiento de los sistemas de rociadores. Con estos documentos como fuentes primarias, se garantiza un concepto técnico idóneo tanto del personal técnico adecuado que realiza las actividades como de las características dadas por los fabricantes de los elementos del sistema como tuberías, accesorios, válvulas y tipos de rociadores.

6.1.2.2 Fuentes secundarias

Para el desarrollo de este proyecto se va a tomar como fuentes secundarias la literatura especializada, revistas técnicas y normatividad relacionada a los sistemas contraincendios como la Norma NFPA 25 y Norma NFPA 13; estas normas relacionan los procedimientos técnicos, formatos y listados de chequeo que se deben efectuar sobre un sistema de control o extinción contra incendio.

6.1.3 Herramientas

Cuadro comparativo

NFPA 25 (Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios). (NFPA: National Fire Protection Association, 2010)

NFPA 13 (Norma para la instalación de sistema de rociadores) (National Fire Protection Association, 2007)

Plan 5W+1H (Matriz para un plan de mejora continua)

6.1.4 Metodología

Para desarrollar el objetivo uno” Revisar la normatividad que aplica para la implementación del plan de mantenimiento de una red de rociadores contra incendio de una edificación hospitalaria”, se analizara en un cuadro comparativo para determinar la aplicabilidad de las normas encontradas.

Para desarrollar el objetivo dos” Identificar la metodología más adecuada para el diseño del plan de mantenimiento preventivo en la red de rociadores contra incendio en edificaciones hospitalarias”, se usará la Norma NFPA 25 y Matriz 5W+1H.

Para desarrollar el objetivo tres: “Identificar los equipos y accesorios que conforman una red contra incendio de rociadores automáticos”; se implementa la norma NFPA 13, donde se identifican los elementos, accesorios y sistemas de control y protección que debe tener una red contra incendio, clasificándolo según su funcionamiento, criticidad, presión, caudal. Es de suma importancia conocer a profundidad los aspectos técnicos de cada elemento que comprende una red contra incendio. Por medio de una tabla se describe los elementos, su función dentro del sistema operativo de la red para que de la mano con el diseño del plan de mantenimiento se garantice el funcionamiento óptimo del sistema.

6.1.5 Información recopilada



En referencia a la información recopilada en la base de datos del Ministerio de Salud y Protección social de la República de Colombia, en el registro especial de prestadores de servicios de salud (REPS), existen 1.111 registros de entidades públicas, 35 entidades mixtas y 52.090 entidades privadas, que prestan el servicio de salud en el país; en Bogotá Distrito Capital Bogotá están registradas 29 entidades públicas en las que están incluidas las cuatro subredes integradas: Centro oriente, Norte, Sur y Sur occidente, 13.602 entidades privadas y 3 registros de entidades mixtas. (Ministerio de Salud, 2019).


En la revisión de la información realizada, no se encontraron registros de ningún tipo (escritos, digitales, fotográficos, etc.) que evidencien la implementación de sistemas contra incendios de rociadores a base de agua en éstas entidades prestadoras de servicios de salud (públicas, privadas y mixtas) y que además cumplan con la normativa establecida en el país; por lo anterior, es importante mencionar que probablemente en el país no se tiene una disciplina de registro de éste tipo de información, puede ser porque en éste momento la normativa no es de obligatorio cumplimiento, porque no hay una recopilación de ésta información en un organismo de público acceso y/o porque en las entidades en las que pueden estar instaladas estas redes de rociadores tienen algunos requerimientos legales para realizar el acceso a las edificaciones hospitalarias de manera que se pudiera hacer un reconocimiento de las redes y/o la verificación del cumplimiento de la normativa. Estos argumentos hicieron que los autores de éste trabajo decidieran por necesidad, efectuar un diseño del plan de mantenimiento con base en una red de rociadores prediseñada.


Como se evidencia en una de las limitaciones, no se cuenta con un centro hospitalario donde se pueda realizar un levantamiento de las partes de una red contra incendio de rociadores, y por esta razón se tomó como referencia las normas NFPA 13 Y NFPA 25, donde se describe los elementos que constituyen una red contra incendio y su respectiva función en el sistema. A continuación, se anexa una tabla donde se enumera las partes y accesorios de una red contra incendio de rociadores automáticos.

Las imágenes tomadas para el levantamiento de la tabla de equipos y accesorios, son generalizados que se encuentran fácilmente en el mercado, no corresponden a una red en particular por la limitación del proyecto mencionada anteriormente.

Tabla 8. Materiales y descripción de los elementos de una red contra incendios (National Fire Protection Association, 2007)

Listado de elementos que conforman una red contra incendio de rociadores		
Elemento	Imagen	Descripción
Tubería		<p>Las tuberías utilizadas en sistemas de redes contra incendio deben ser en acero al carbón cumpliendo especificaciones técnicas según lo exige la normatividad (se anexa tabla,3,1,1. de materiales y dimensiones de tubería Norma NFPA 13). Como los sistemas contra incendio necesitan presiones altas, es necesario que la tubería minia se instale de 1" y los diámetros máximos según el cálculo hidráulico. En la totalidad de la tubería debe ir pintada de color rojo, el cual identifica que es un sistema de red contra incendio.</p>
Uniones ranuradas		<p>Las uniones ranuradas o COUPLING, son sistemas de fijación mecánica que permiten realizar uniones a tope de la tubería, la norma NFPA 13 en el numeral 9.3.2, describe como se debe efectuar la unión de tubería por medio del sistema ranura. Actualmente este tipo de uniones son las</p>

		<p>más utilizadas por su versatilidad, costo y tiempo de instalación. Los sistemas de unión mecánica como la soldadura se pueden efectuar hasta diámetros de 2", lo que genera un problema en este tipo de redes, ya que maneja diámetros muy grandes por la presión y caudal de funcionamiento. En la actualidad existen dos tipos de uniones ranuradas o Coupling, la unión rígida y flexible, su utilización viene determinada según las condiciones de la ocupación y las exigencias de la norma. Las uniones ranuradas deben cumplir con la condición que deben ser listadas (Certificación laboratorios UL y FM), si no se cumple esta condición no pueden ser instaladas y no se podrá certificar la red contra incendio.</p>
Codos ranurados		<p>Los codos ranurados son accesorios que se utilizan donde se quiera efectuar un cambio de dirección en la red no 90° y 45°. Estos accesorios se deben ser listados (Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según el</p>

		<p>ramal o derivaciones hidráulicas. El material de fabricación de estos accesorios son fabricados en hierro fundido dúctil según ASTM A-536, deben tener un límite elástico de 45.000 psi y una presión máxima de 300 a 500psi según los modelos suministrados por los diferentes fabricantes.</p>
<p>Tee ranurados</p>		<p>Las tee ranurados son accesorios que se utilizan donde se quiera efectuar un cambio de dirección, caudal en la red y efectuar disminución de diámetros de ramal a ramal. Estos accesorios se deben ser listados (Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según el ramal o derivaciones hidráulicas. El material de fabricación de estos accesorios son fabricados en hierro fundido dúctil según ASTM A-536, deben tener un límite elástico de 45.000 psi y una presión máxima de 300 a 500 psi según los modelos suministrados por os diferentes fabricantes.</p>

Tee mecánica




Las tee ranurados o de e cierre o empuje axial, son accesorios que se utilizan donde se quiera efectuar un cambio de dirección, caudal en la red y efectuar disminución de diámetros de ramal a ramal en que sea posible perforar una tubería. La fijación de este accesorio se realiza por medio de pernos de fijación. Estos accesorios se deben ser listados (Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según el ramal o derivaciones hidráulicas. El material de fabricación de estos accesorios son fabricados en hierro fundido dúctil según ASTM A-536, deben tener un límite elástico de 45.000 psi y una presión máxima de 300 a 500 psi según los modelos suministrados por los diferentes fabricantes.

Reducción concéntrica



Las reducciones concéntricas son accesorios ranurados que se utilizan donde se quiera efectuar un cambio de diámetro en la columna principal o ramales de la red. Estos accesorios se deben ser listados

		<p>(Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según el ramal o derivaciones hidráulicas. El material de fabricación de estos accesorios son fabricados en hierro fundido dúctil según ASTM A-536, deben tener un límite elástico de 45.000 psi y una presión máxima de 300 a 500 psi según los modelos suministrados por los diferentes fabricantes.</p>
Tapón ranurado		<p>Los tapones son accesorios ranurados que se utilizan donde se quiera sellar una tubería porque es final de red hidráulica. Estos accesorios se deben ser listados (Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según el ramal o derivaciones hidráulicas. El material de fabricación de estos accesorios son fabricados en hierro fundido dúctil según ASTM A-536, deben tener un límite elástico de 45.000 psi y una presión máxima de 300 a 500 psi según los modelos suministrados por los diferentes fabricantes.</p>

Alarma de flujo



La alarma de flujo es un dispositivo el cual censa los cambios de flujo presente en la red hidráulica, este dispositivo debe enviar una alarma sonora dentro de los 5 minutos si un rociador se activa sin importar el rociador más remoto o de menor diámetro se active. Las alarmas de flujo deben ser listados (UL o FM).

Válvula de prueba y drenaje





Las válvulas de prueba y drenaje son elementos de control, cuya función es realizar el drenaje y las pruebas a la red contra incendio de rociadores, la configuración de este elemento es en bronce y cuenta con una palanca que cambia según la posición ON-OFF-TEST, teniendo disponibilidad en diferentes diámetros, este elemento debe ser listado según UL & FM y de obligatoria instalación según la norma NFPA 13.

**Válvula os & y
ranurada**

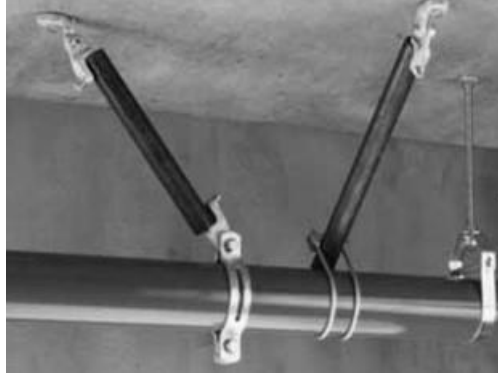


La válvula OS&Y de vástago ascendente o descendente, se utiliza para dar el paso de fluido de la red contra incendio. Está diseñada para generar un testigo visual por medio del vástago que al momento de realizar la apertura el vástago sale del volante y si se efectúa el cierre de la válvula el vástago ingresa al volante. Este sistema es de gran ayuda para el personal operativo ya que ayuda a identificar visualmente si la válvula estas dan paso de flujo o si está cerrada. las válvulas OS&Y se encuentran en diferentes diámetros y se deben instalar en la entrada de la red o en tramos donde se quiera independizar suministros, el diseño de estas válvulas garantizan la disminución de los golpes de ariete producidos en el sistema ya que la velocidad de cierre es lenta y controlada según el paso de el tornillo sin fin o vástago. El cuerpo de la

		<p>válvula este fabricado en hierro dúctil conforme a la norma ASTM A-536 y puede soportar hasta 250 psi de presión.</p>
<p>Válvula de retención ranurada</p>		<p>La válvula de retención es elemento hidráulico diseñado para dar paso de fluido hacia un sentido e impedir que el flujo se devuelva, esta válvula se puede utilizar de manera horizontal y vertical según la necesidad y diseño de la red. En el cuerpo de la válvula se puede evidenciar una flecha la cual indica el sentido de flujo y la posición correcta de instalación, Este elemento de control debe ser listado (Certificación laboratorios UL y FM) y se encuentran en diferentes diámetros según</p>

		<p>los catálogos de los fabricantes. El cuerpo de la válvula está fabricado en hierro dúctil conforme a la norma ASTM A-536 y puede soportar hasta 365 psi de presión.</p>
<p>Rociador estándar</p>		<p>Los rociadores estándar son diseñados para riesgos leves y ordinarios, las edificaciones hospitalarias es zonas comunes. Los rociadores estándar de posición colgantes y montantes tienen una densidad de cobertura con un rango de factor K: 5,6 según la tabla 6,2,3,1 de la norma NFPA 13(Tabla 12). El código de colores determina el rango de temperatura de los rociadores, para las ocupaciones hospitalarias de riesgo ordinario donde el rango efectivo de temperatura esta entre 57°C a 77°C, según la tabla 6.2.5.1 de la norma NFPA 13 (Tabla 13).</p>

Sistema de soportes



Los soportes son elementos indispensables para la red contra incendio, ya que estos elementos son los encargados de sostener la tubería de la red llena de agua con un peso aproximado de 114 kg. Para zonas donde se produzcan sismos en de carácter obligatorio la instalación de soportes sismo resistente. Según el diámetro de la tubería la distancia entre soportes debe cambiar, según la tabla 9.2.1.1 de la norma NPFPA 13 (Tabla 14).

En la tabla 8 se enumera los elementos que componen una red contra incendio de rociadores automáticos según la norma NFPA 13, y sus características técnicas como diámetros presiones y caudales.

Tabla 9. Materiales y dimensiones de las tuberías (National Fire Protection Association, 2007)

Tabla 6.3.1.1 Materiales y Dimensiones de las Tuberías	
Materiales y Dimensiones	Norma
Tuberías Ferrosas (Con y Sin Costura)	
Especificación para tubos de hierro negro y de acero con recubrimiento de zinc en caliente por inmersión (galvanizado), con y sin costura, para uso en protección contra incendios	ASTM A 795
Especificación para tubos de acero con y sin costura	ANSI/ASTM A 53
Tubos de acero forjado	ANSI/ASME B 36.10M
Especificación para tubos de acero soldados por resistencia eléctrica	ASTM A 135
Tubo de Cobre (Trefilado, Sin Costura) Especificación para tubos de cobre sin costura	ASTM B 75
Especificación para tubos de cobre para agua sin costura	ASTM B 88
Especificación de los requisitos generales para tubos de cobre forjado sin costura y tubos de aleación de cobre	ASTM B 251
Fundentes para aplicaciones de soldadura de tubos de cobre y aleación de cobre	ASTM B 813
Metal de relleno para soldadura con latón (Clasificación BCuP-3 o BCuP-4)	AWS A 5.8
Metal para soldar, Sección 1: Aleaciones para soldar que contienen menos que 0,2% de plomo y que tienen temperaturas de sólido mayores que 400°F	ASTM B 32
Materiales de aleación	ASTM B 446

En la tabla 9 se describe el tipo de materia de fabricación de la tubería para una red contra incendio de rociadores automáticos y la normatividad relacionada según el material de fabricación (NFPA 13).

Tabla 10. Rango de temperatura, clasificaciones y codificación de colores (National Fire Protection Association, 2007)

Tabla 6.2.5.1. Rangos de temperatura, clasificaciones y codificaciones del color

Temperatura máxima del techo		RANGOS DE TEMPERATURA		Clasificación de la temperatura	Código del color	Colores del bulbo de vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 - 170	57 - 77	Ordinaria	Incoloro 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	Morado
375	191	400 - 475	204 - 246	Muy extra alta	Verde	Negro
475	246	500 - 575	260 - 302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

En la tabla 10 se describe el rango de temperatura de diferentes rociadores y el color de la ampolla.

Cuando aumenta el riesgo, el rango de temperatura es mayor y los colores del rociador varían. Esta tabla es fundamental y ayuda a la escogencia del rango de temperatura de los rociadores para el personal encargado del diseño y cálculo de una red contra incendio de rociadores automáticos .

Tabla 11. Distancia máxima entre soportes (National Fire Protection Association, 2007)

Tabla 9.2.2.1(a). Distancia máxima entre soportes (pies-pulgadas)

	Diámetro nominal del tubo (pulgadas)											
	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
Tubo de acero, excepto 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
Tubo 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	6-0	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
Tubo de hierro dúctil	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0

NOTA IPS hierro - diámetro del tubo; CTS - diámetro de la tubería de cobre

En la tabla 11 se describe las distancias nominales que se deben colocar los soportes según el diámetro y los materiales de la tubería, esta tabla se tomó de la NFPA 13 y es de gran ayuda para el personal de los parámetros de cálculo y diseño de las redes contra incendio de rociadores automáticos.

6.2 Análisis de la información

El Cuadro comparativo esta implementado para la revisión de las siguientes normas y desarrollar el objetivo uno “Revisar la normatividad que aplica para la implementación del plan de mantenimiento de una red de rociadores contra incendio en edificaciones”:

NORMA	NFPA 25	NFPA 13	NSR 10	ISO 14224
Título	Inspección, prueba y mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua	Norma para instalación de sistemas de rociadores.	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente	Industrias de petróleo, petroquímica y de gas natural. Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos
Descripción	Capítulo 5: (Sistemas de rociadores), se describen generalidades, inspección, pruebas,	Capítulo 6: (componentes de y accesorios del sistema de rociadores), se integran	Capitulo J: (requisitos de protección contra incendios en edificaciones), se relacionan generalidades,	Numeral 9: (Datos recomendados para equipos, fallas y mantenimiento), se identifican las

	<p>mantenimiento y requisitos de acción para componentes de un sistema de rociadores.</p>	<p>generalidades, definición de rociadores, accesorios, conexiones y dispositivos de alarma.</p> <p>Capítulo 8: (requisitos de la instalación), se identifican requisitos básicos, limitaciones del área de protección, uso, aplicación, ubicación y tipos de rociadores, situaciones especiales,</p>	<p>requisitos para protección contra incendios, requisitos de resistencia contra incendios, detección y extinción de incendios.</p> <p>Capitulo K (requisitos complementarios), se determinan generalidades, clasificación de las edificaciones por grupos de edificación, requisitos para zonas comunes, requisitos especiales para</p>	<p>categorías correspondientes para la recolección de datos de equipos, fallas y mantenimiento de forma organizada y estructurada.</p> <p>Determina y describe como se realiza la caracterización de cada una de las informaciones necesarias para llevar a cabo las actividades correspondientes de un mantenimiento.</p>
--	---	---	--	--

		detectores, instalación de tuberías y accesorios del sistema.	sistemas vidriados.	
Aplicabilidad	Usada para determinar todas aquellas actividades de ajuste, reparación y reemplazo, y de aquellos procedimientos de inspección, pruebas y mantenimiento preventivo que se realizan en una red contra incendios según el componente.	Incluida para identificar, describir y mostrar cada una de las estructuras y componentes básicos que componen una red contra incendios y determinar que piezas serán incluidas para la realización de las actividades de mantenimiento	Tomada para definir y especificar los requerimientos necesarios de para la conducción de una red contra incendios, según la estructura o edificación donde se desea implementar. Establece la definición y caracterización de una infraestructura hospitalaria.	Referenciada para recolectar y estructurar los datos necesarios que definen cómo y qué tipo de actividades se desarrollan en un mantenimiento, permitiendo un orden y una cobertura en su mayor parte de cualquier tipo de manutención que se desee realizar.

		preventivo de una red contra incendios.		
--	--	---	--	--

Para desarrollar el objetivo número dos “Identificar la metodología más adecuada para el diseño del plan de mantenimiento preventivo en la red de rociadores contra incendio en edificaciones hospitalarias”, se utilizará el formato de 5W+1H con el cual se llevará el control del mantenimiento para dicho sistema con el fin de garantizar los procesos a realizar. Ver anexo 1 Matriz 5W + 1H.

En este Anexo, se describen las actividades que se deben efectuar para cada componentes de una red contra incendio de rociadores, a cada componentes se le debe efectuar ciertas actividades según sea de inspección, prueba o mantenimiento, además del tipo de actividad a realizar, la norma NFPA 25, describe el tiempo o periodo a efectuarse dichas actividades, sea mensual, trimestral, semestral o anual.

En la plantilla de 5W+1H se enuncia el número de referencia según la NPFA 25, esto para conocer la descripción puntual de que actividad de debe efectuar según el componente, el tipo de mantenimiento, cada cuanto tiempo se debe efectuar la actividad el modo de falla, la causa de la falla, la herramienta que se debe utilizar.

La herramienta 5W+1H, es de gran ayuda en una rutina de mantenimiento ya que aparte de describir las actividades, ayuda a identificar el modo de falla con esto se puede conocer la causa raíz de la afectación de cada componente.

La plantilla de 5H+1H se diseñó con base a una red contra incendio tipo de rociadores automáticos con los componentes básicos y actividades esenciales para garantizar la disponibilidad de todos los componentes de este tipo de sistema contra incendio.

De allí se pudo ver que:

Los elementos caracterizados son estructuras básicas de un sistema de rociadores de una red contraincendios y no determinan que sean los únicos pertenecientes a esta red.

En cuanto a la frecuencia de la realización y el tipo de actividad de mantenimiento, está determinada según la característica de funcionalidad, operación y vida útil de cada estructura.

La cantidad de personal y el tiempo de ejecución de los procedimientos indicados para la realización de las operaciones de mantenimiento, están dados según la complejidad del elemento y de la actividad que se debe realizar.

6.3 Propuesta(s) de solución

Con base en la Tabla 8, elaborada por los autores de este proyecto y en donde se incluyen las imágenes de cada elemento del sistema contra incendios, así como los accesorios mínimos listados por la norma NFPA 13, sus características técnicas, descripción y su función dentro de una red de rociadores a base de agua, como propuesta se orienta a los técnicos, instaladores, diseñadores y profesionales que consulten este documento, que le será de ayuda en su trabajo relacionado en este tipo de instalaciones con el fin de mejorar lo existente.

Como solución a la falta de información con respecto al mantenimiento de una red contra incendio de rociadores a base de agua, se elaboró una herramienta de mejora continua bajo los parámetros de una matriz 5W+1H, la cual permite efectuar un análisis técnico respondiendo las preguntas, dónde, qué, cómo, cuándo, por qué y quién debe realizar las actividades, la toma de decisiones, la programación de mantenimiento y la periodicidad de ejecución, cumpliendo con la normatividad vigente.

La identificación y caracterización de la normatividad vigente correspondiente al mantenimiento de una red contra incendios, cada una influyente respectivamente según las actividades necesarias para el diseño de un plan de mantenimiento, se presenta como una herramienta de solución útil para orientar a quien desea implantar una manutención a este tipo de red, facilitando las bases y las guías para seguir paso a paso y entender las actividades propuestas.

7 Impactos esperados/generados

Se espera que el personal técnico operativo realice los planes de mantenimiento según la matriz 5W+1H como se indicado en este proyecto para garantizar, velar y mantener el buen desempeño de la red contra incendio con el fin de proteger la vida humana, los enceres y la infraestructura hospitalaria.

Se espera que se prevean a tiempo las circunstancias de fallas que se pueden presentar en la red contra incendio para minimizar el riesgo latente y el costo material que genera el cambio de dicho sistema de rociadores a base de agua.

Se busca que los nuevos diseños de infraestructuras cumplan y se rijan con la normatividad vigente NRS 10, NFPA 13 y NFPA 25, y así evitar riesgos a largo y mediano plazo.

Se genera una gran expectativa frente a la descripción de las actividades y la presentación de costos del mantenimiento de una red contra incendios, esperando que sean parte activa e indispensable del presupuesto de la entidad hospitalaria, dándole la misma importancia que cualquiera de las estructuras o elementos que forman parte de la organización.

8 Análisis financiero

Para efectuar el análisis financiero de este proyecto, se enfatiza en las actividades de inspección, prueba, mantenimiento, y los equipos y accesorios utilizados. Para las actividades consignada en la matriz de mantenimiento (5W+1H) se tomó como referencia el costo de mano de obra y herramienta, según las indicaciones de actividad y tiempo recomendadas por la norma NFPA 25.

Para las actividades de recambio de componente se debe tener en cuenta la tabla de número 12 (Tabla 13.8.1 Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes) y los valores de los equipos actuales en el Mercado colombiano.

Una de las limitaciones del proyecto de no contar con la autorización para el acceso a una red contra incendio en una edificación hospitalaria, se tomó una red para la protección de una oficina como ejemplo para el análisis financiero del costo de una rutina de mantenimiento.

Se adjunta plano de una red contra incendio en riesgo ordinario tipo I, realizado por los autores de este proyecto.

Para determinar el costo total del mantenimiento de la red de protección contra incendio se anexa un formato donde se describe las actividades y los valores tradicionales utilizados en el mercado colombiano por el personal técnico e instaladores, según indagaciones efectuadas y por el conocimiento propio de algunos autores del proyecto.

Dichos costos de mantenimiento pueden variar según las actividades y costos internos de las empresas especializadas, por lo que es difícil estandarizar los valores totales por la

confidencialidad de las empresas y el personal técnico operativo relacionado con el tema de protección contra incendio.

Tabla 12. Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes (NFPA: National Fire Protection Association, 2010)

Tabla 13.8.1 Resumen de requisitos de acción de reemplazo de componentes.				
Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Válvulas indicadoras de poste y de pared	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba operacional total conforme a 13.3.3.1 (3) Verificar muelles de torsión conforme a 13.3.3.1 y 13.3.3.2 (4) Verificar visibilidad del objetivo en posición cerrada y abierta total (5) Probar dispositivo de control (6) Prueba de drenaje principal
Válvulas de control que no sean válvulas indicadoras de poste y de pared	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba operacional total conforme a 13.3.3.1 (3) Verificar muelles de torsión para válvulas OS&Y conforme a 13.3.3.2 (4) Verificar dispositivo de control (5) Prueba de drenaje principal
Válvula de retención de alarma	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.1 (2) Probar alarmas y señales de control afectadas por la válvula de alarma (3) Prueba de drenaje principal
Válvula de tubería seca	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema (2) Prueba de disparo según 13.4.4.4 (3) Inspeccionar condición del asiento de la válvula (4) Probar todas las alarmas del sistema de tubería seca y señales de control (5) Prueba de drenaje principal

Tabla 13.8.1 *Continuación*

Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Válvula de diluvio/preacción	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.3 (2) Prueba de disparo (3) Inspeccionar condición del asiento de la válvula (4) Probar todas las alarmas y señales de control del sistema de diluvio/preacción (5) Prueba de drenaje principal
Dispositivo de apertura rápida	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.4.2.2 (2) Prueba de disparo (3) Prueba de drenaje principal
Dispositivo regulador de presión — válvulas de mangueras	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.5.1 (2) Prueba de flujo total (3) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Dispositivo regulador de presión — que no sean válvulas de mangueras	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según Sección 13.5 (2) Probar ajuste de presión a flujo total y sin flujo (3) Probar dispositivo de control y alarma (4) Prueba de drenaje principal
Válvula de manguera	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.5.6 (2) Prueba de drenaje principal
Dispositivo de prevención de reflujo	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según Sección 13.6 (2) Prueba de flujo directo según 13.6.2.1 (3) Probar dispositivo de control y alarma (4) Prueba de drenaje principal
Válvulas de retención	X	X	X	(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.4.2 (2) Inspeccionar para filtraciones por la válvula de retención (3) Prueba de drenaje principal

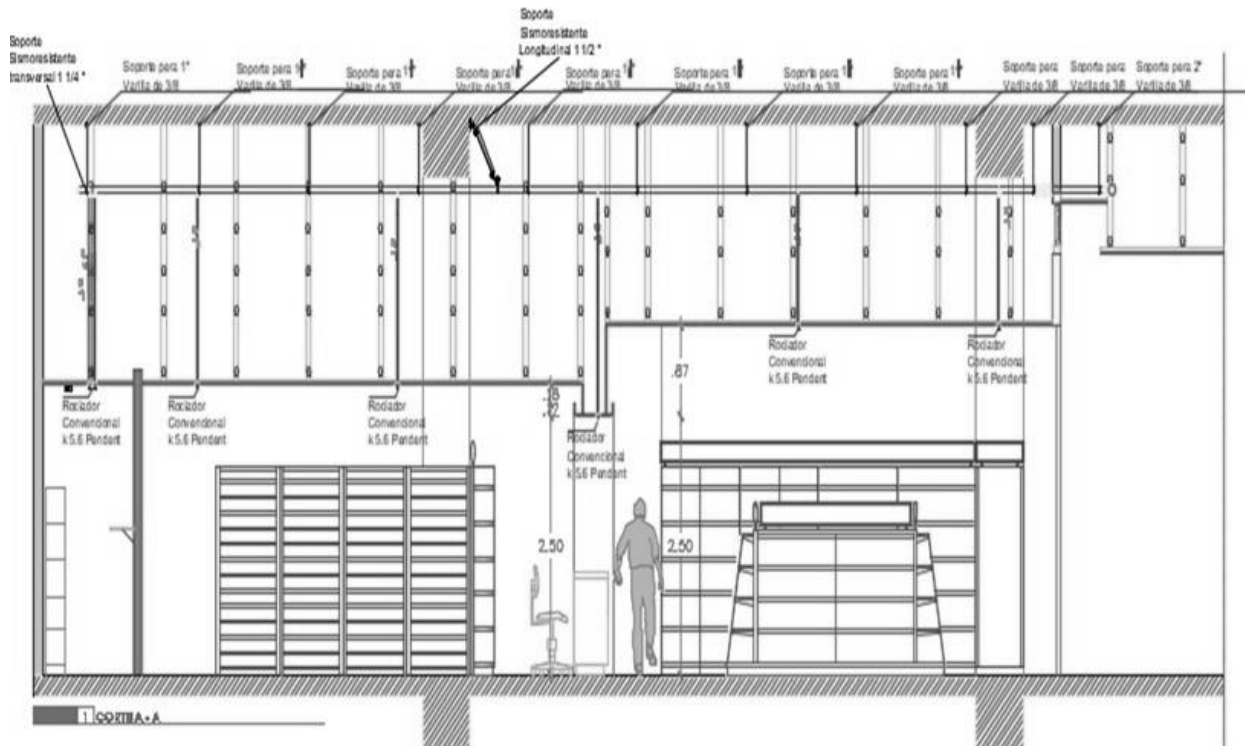
Tabla 13.8.1 Continuación

Componente	Ajustar	Reparar/ restaurar	Reemplazar	Procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento
Componentes de suministro de agua				
Conexión para el departamento de bomberos	X	X		(1) Inspeccionar para filtraciones a la presión del sistema según 13.7 (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Conexión para el departamento de bomberos — sistema(s) de rociadores	X	X	X	(1) Aislar y hacer prueba hidrostática durante 2 horas a 150 psi (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Conexión para el departamento de bomberos — que no sean de sistema(s) de rociadores			X	(1) Aislar y hacer prueba hidrostática durante 2 horas a 50 psi por encima de la presión de trabajo normal (mínimo 200 psi) (2) Prueba de drenaje principal (Solamente cuando se ha cerrado una válvula de control)
Filtros	X	X	X	Inspeccionar y lavar de acuerdo con instrucciones del fabricante
Válvulas del drenaje principal	X	X	X	Prueba de drenaje principal según 13.2.5
Manómetros			X	Calibrar según 13.2.7
Componentes de alarma y supervisión				
Dispositivo de alarma	X	X	X	Probar conformidad con NFPA 13 y/o NFPA 72
Dispositivo de control	X	X	X	Probar conformidad con NFPA 13 y/o NFPA 72
Componentes de protección del sistema				
Válvula de alivio de presión — instalación de bomba de incendio	X	X	X	Ver 8.3.3.3 y 13.5.7
Válvula de alivio de presión — que no sea de instalación de bomba de incendio			X	Verificar que la válvula de alivio de presión está listada o aprobada para la aplicación y ajustada a la presión correcta
Componentes informativos				
Carteles de identificación	X	X	X	Inspeccionar para cumplimiento con NFPA 13 Y 13.3.1

En la tabla 12 se describe los tipos de mantenimiento con el recambio de componentes, las actividades que se deben ejecutar y el procedimiento técnico que deben realizar el personal de mantenimiento, esta tabla fue tomada de la norma NFPA25 y es de gran importancia

para el personal y empresas encargadas de la inspección, prueba y mantenimiento de las redes contra incendio de rociadores automáticos.

Figura 11. Vista frontal de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado)



En la Figura 11, los autores de este documento, muestran a escala, la vista frontal de una red contra incendios sencilla dentro de un hospital. Se ilustran los componentes básicos para la elaboración del sistema de rociadores.

En la Figura 13, se presentan las dimensiones, medidas y diámetros de una red contra incendios, elaborada por los autores de este documento, y donde la información se basa en la normatividad encontrada respecto de los sistemas de rociadores contra incendios de cualquier edificación.

Tabla 13. Costos generales de mantenimiento preventivo de una red contra incendio (Diseño efectuado por los autores del trabajo de grado)

ELEMENTO	FRECUENCIA ACTIVIDAD	TIPO ACTIVIDAD		COSTOS MANTENIMIENTO RED DE PROTECCION CONTRA INCENDIO				
		INSPECCION	PRUEBA	TECNICO	HORAS	MANO DE OBRA x M ²	CANTIDAD ANUAL	VALOR MANO DE OBRA
TUBERÍA ACERO AL CARBÓN 1 1/2"	MENSUAL	x		1	2	\$ 7.250	12	\$ 174.000
	ANUAL		x	2	4	\$ 7.650	1	\$ 61.200
VÁLVULAS COMPUERTA 1 1/2"	TRIMESTRAL	x		1	2	\$ 7.250	4	\$ 58.000
	SEMESTRAL		x	2	4	\$ 7.650	2	\$ 122.400
DISPOSITIVOS SEÑAL DE PRESIÓN 1 1/2"	MENSUAL	x		1	1	\$ 8.350	12	\$ 100.200
	5 AÑOS		x	0	0	\$ -	0	0
DISPOSITIVOS SEÑAL DE FLUJO	TRIMESTRAL	x		1	1	\$ 7.250	4	\$ 29.000
	TRIMESTRAL		x	1	1	\$ 7.900	4	\$ 31.600
VÁLVULAS DE CONTROL	TRIMESTRAL	x		1	1	\$ 7.250	4	\$ 29.000
	SEMESTRAL		x	1	2	\$ 7.650	2	\$ 30.600

ABRAZADERAS/SOPORTE S SÍSMICOS 1 1/2"	ANUAL	x		2	3	\$ 7.250	1	\$ 43.500
ROCIADORES ESTÁNDAR K:5,6	ANUAL	x		2	2	\$ 7.250	1	\$ 29.000
	5 AÑOS		x	0	0	\$ -	0	0
COSTO TOTAL MANO DE OBRA								\$ 708.500

Como se evidencia en la tabla 13, el valor total de un mantenimiento a una red contra incendio, según las actividades relacionadas en la norma NFPA25, es de \$708.500, haciendo referencia solamente a la mano de obra. Así mismo se define la manutención según los periodos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

Este documento puede ser de ayuda para conocer el costo y las actividades de un mantenimiento preventivo de una red contra incendio, basada en las actividades y periodicidad de la norma NFPA 25.

Como se menciona anteriormente los costos de mano de obra y herramienta pueden variar según las empresas de mantenimiento y el tiempo de ejecución, este proyecto brinda un soporte técnico a las actividades que se deben ejecutar en una rutina de mantenimiento anual, ya que actualmente existe un vacío de conocimiento en la normatividad y no están estandarizadas estas actividades.

Los costos de mano de obra / herramienta y de la ejecución de los mantenimientos están basados en valores actuales del mercado local y están sujetos a cambios.

Para evidenciar los costos aproximados de inspección, revisión y mantenimiento de una red contraincendios básica, mostrada anteriormente en la figura 11, se solicitó una cotización formal a una empresa particular de servicios de ingeniería hidráulica y protección contra incendio que pudiese realizar las actividades anteriormente mencionadas.

La cotización está basada en precios actuales de la prestación de estos servicios y fue de fácil adquisición, puesto que uno de los autores del trabajo, labora en esta entidad (Anexo 2).

Para el caso de la realización de una comparación con otras entidades que realizaran las actividades de inspección y mantenimiento de redes contra incendio, no fue posible la obtención ni el acceso a la información, para analizar y determinar qué garantías y tipo de actividades ofrecían dichas organizaciones.

9 Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

Se revisó y analizó la normativa Internacional: NFPA 25 - Capítulo 5 (Inspección, prueba y mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua.), Capítulos 6 y 8 Norma para instalación de sistemas de rociadores y las normativas nacionales NRS 10 establecida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.(capítulos J y K) , y la norma ISO 14224 - Industria de petróleo, petroquímica y gas natural- recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224: 2016) vigentes para el país, en las que se establecen las condiciones para la implementación del plan de mantenimiento preventivo de un sistema de rociadores contra incendio a base de agua para una infraestructura hospitalaria, de manera que ante cualquier riesgo de fuego ésta red garantice la seguridad y la protección de los pacientes, trabajadores, personal transitorio, la edificación y los enceres.

Se elaboró un cuadro con la descripción pormenorizada (tipo de material, dimensiones, de función, etc.) de cada uno de los accesorios que son necesarios para la instalación e implementación del sistema de rociadores de la red contra incendio, acorde a las normativas internacional y nacional.

Se realizó una matriz 5W+1H, con las especificaciones técnicas y las recomendaciones necesarias para evaluar, realizar y verificar el plan estratégico de mantenimiento de la red contra incendio, para su buen funcionamiento en el momento que se requiera ser utilizado en un eventual accidente.

El acceso a la cotización e información respecto de la prestación de servicios de entidades privadas que ejecutaran labores de inspección y mantenimiento de redes contra incendio, es limitado, debido a que es necesario tener una red real para posteriormente hacer una visita y generar la cotización de acuerdo a las características de la red. Así mismo, cada visita genera un costo de movilización e inspección de cada entidad prestadora de dichos servicios.

9.2 Recomendaciones

Los autores del proyecto consideran que es importante y recomiendan que las entidades hospitalarias, realicen el monitoreo y la evaluación periódica de todas las instalaciones e infraestructuras pertenecientes de cada servicio de salud, para garantizar la continuidad y mejoramiento de los mismos.

Los autores de este proyecto recomiendan, que aunque no hay una normatividad específica y estricta de los sistemas de alarma de los hospitales, se dé cumplimiento a la legislación actual y que permitan ser orientados respecto de las políticas existentes estandarizadas internacionalmente, con el fin de optimizar y mejorar los procedimientos de alerta de las edificaciones prestadores de servicios de salud, logrando la prevención de accidentes eventuales por posibles fallas de dichos sistemas.

La recomendación dada por los autores de este proyecto para las entidades de salud, es contar con personal calificado dentro de la organización y/o contemplar agentes experimentados externos que ayuden a vigilar y mitigar los riesgos posibles a los que están expuestos todos los integrantes de la organización frente al desconocimiento de las redes contra incendios, haciendo que las estrategias de desarrollo económico y social sean parte activa dentro de la toma de decisiones y que aporten positivamente en el cumplimiento del plan estratégico y políticas calidad de cada hospital.

10 Bibliografía

- Agudelo Calderon, D. C. (Octubre de 2015). <https://repositorio.escuelaing.edu.co>. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co>:
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/334/1/Agudelo%20Calder%C3%B3n%20c%20Dana%20Carolina%20-%202015.pdf>
- Bizkaia. (Mayo de 2019). <http://www.bizkaia.eus>. Obtenido de <http://www.bizkaia.eus>:
http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?idioma=CA&Tem_Codigo=3734
- Blanco Duarte, M. A., & Martinez Jamaica, J. F. (2016). <https://repository.ucatolica.edu.co>. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co>:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13961/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ORCI.pdf>
- Bomberos Tercera. (22 de Enero de 2017). <http://www.bomberostercera.cl>. Obtenido de <http://www.bomberostercera.cl>:
<http://www.bomberostercera.cl/index.php/component/k2/item/43-el-fuego-o-combustion>
- Botta, N. A. (Julio de 2011). <https://www.redproteger.com.ar>. Obtenido de <https://www.redproteger.com.ar>:
https://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/serieredincendio/37_Sistemas_Fijos_Proteccion_Rociadores_1a_edicion_Julio2011.pdf
- BSI Standards Publication. (2016). <http://www.irantpm.ir>. Obtenido de <http://www.irantpm.ir>:
<http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2016/12/ISO-14224-2016.pdf>
- Campoverde Naranjo, D. M., Pesántez Verdezoto, L. S., & Anchundia Valencia, F. (01 de Mayo de 2019). <https://www.dspace.espol.edu.ec>. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16175/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20Sistema%20Contra%20Incendio%20con%20Rociadores%20Autom%C3%A1ticos%20y%20Cajetines.pdf>
- Criollo Juella, S. N. (2017). <http://dspace.uazuay.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec>:
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7034/1/12982.pdf>
- Dounce Villanueva, E. (2014). <https://docslide.net>. Obtenido de <https://docslide.net>:
<https://docslide.net/documents/la-productividad-en-el-mantenimiento-industrial-3a-ed-dounce-villanueva.html>
- Escalona, M., Mendoza, J., & Ruiz, R. (01 de Mayo de 2019). <https://www.academia.edu>. Obtenido de <https://www.academia.edu>: <https://www.academia.edu/29928961/ROCIADORES>
- Esparza, F. (Mayo de 2019). <http://www.bomberosdenavarra.com>. Obtenido de <http://www.bomberosdenavarra.com>:
http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf

- Figuroa, M. H. (Julio de 2008). <http://www.academiamengar.es>. Obtenido de <http://www.academiamengar.es>:
<http://www.academiamengar.es/global/MisArchivos/Documentos/Aux%20Enferm%20ERA%20online/Especifico/material%20complementario%202/Instrucciones%20de%20Extincion.pdf>
- Gonzalez Ruiz, G., Pertuz, Y., & Expósito Concepción, M. (2016). <http://scielo.sld.cu>. Obtenido de <http://scielo.sld.cu>: <http://scielo.sld.cu/pdf/enf/v32n2/enf07216.pdf>
- Gragera Vivas, J. P. (Septiembre de 2012). <https://docplayer.es>. Obtenido de <https://docplayer.es>:
<https://docplayer.es/1728075-La-seguridad-contra-incendios-en-hospitales.html>
- Hartung, C. (Febrero de 2009). <https://docplayer.es>. Obtenido de <https://docplayer.es>:
<https://docplayer.es/14042588-Evaluacion-y-analisis-del-riesgo-de-fuego-en-hospitales.html>
- López González, A. (1 de Abril de 2010). <https://tesis.ipn.mx>. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx>:
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6780/1/DISENOCONTROL.pdf>
- Loria Castellanos, J., Cruz Vega, F., Bautista Reyes, A. L., Saavedra Gomez, J. L., Estevez Abascal, S., & Montes de Oca Garcia. (2012 - 2015). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de <https://www.researchgate.net>:
https://www.researchgate.net/publication/301216738_Caracteristicas_de_incendios-conato_de_incendio_en_unidades_hospitalarias_del_Instituto_Mexicano_del_Seguro_Social_2012-2015/download
- Martinez Sierra, M. A., & Gomez Sanchez, M. A. (08 de Octubre de 2018). <https://repository.unimilitar.edu.co>. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co>:
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/18068/MartinezSierraMiguelAngelGomezSanchezMiguelAngel2018.pdf;jsessionid=68C0ABB5F2CCB7CEA1DBDD9CA2ACBE7?sequence=3>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (Marzo de 2010). <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co>. Obtenido de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co>:
https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/reglamento_construccion_sismo_resistente.pdf
- Ministerio de Salud. (26 de abril de 2019). <https://www.minsalud.gov.co>. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co>:
<https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/Prestacion-servicios-home.aspx>
- Ministerio del Interior. (21 de Agosto de 2012). <https://bomberos.mininterior.gov.co>. Obtenido de <https://bomberos.mininterior.gov.co>:
https://bomberos.mininterior.gov.co/sites/default/files/ley_1575_del_21_de_agosto_de_2012.pdf

- Murrieta Manrique, F. R. (Abril de 2015). <https://dspace.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec>:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13448/1/UPS-GT001810.pdf>
- National Fire Protection Association. (2007). <http://www.modares.ac.ir>. Obtenido de <http://www.modares.ac.ir>: <http://www.modares.ac.ir/uploads/Shr.Technical.Rar.106.pdf>
- Navia Ortiz, J. S. (2018). <http://bdigital.unal.edu.co>. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co>:
<http://bdigital.unal.edu.co/70131/1/1018410720.2018.pdf>
- NFPA: National Fire Protection Association. (25 de Agosto de 2010). <http://www.rallyltda.cl>.
Obtenido de <http://www.rallyltda.cl>: <http://www.rallyltda.cl/normas/nfpa-25.pdf>
- Olives Masip, R. (Mayo de 2019). <http://treball.gencat.cat>. Obtenido de <http://treball.gencat.cat>:
http://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu_cast.pdf
- Petersen Ramírez, C. E. (Agosto de 2015). <https://dspace.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec>:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13418/1/UPS-GT001774.pdf>
- Plana Fâbrega. (19 de Mayo de 2019). www.planafabrega.com. Obtenido de <https://www.planafabrega.com/sprinkler-montante-12-k80-bronce-68%C2%BAC-fm>
- Quiroga Quira, W. F. (2016). <http://repository.lasalle.edu.co>. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co>:
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20549/40061069_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reliability Web. (2019). <https://reliabilityweb.com>. Obtenido de <https://reliabilityweb.com>:
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento>
- Rojas, N. D. (2011). *Apuntes de clase de mantenimiento*. Bogotá: ECCI.
- Ruiz Téllez, O. J. (24 de Octubre de 2016). <https://repositorio.escuelaing.edu.co>. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co>:
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/467/1/Ruiz%20T%C3%A9llez%2c%20Oscar%20Javier%20-%202016.pdf>
- Serior: Seguridad Rios y Ortiz SL. (19 de Mayo de 2019). www.serior.com. Obtenido de <https://www.serior.com/rociador-colgante-esfr-k242>
- Sotelo Calderon, M. A. (Noviembre de 2014). <https://repository.ucatolica.edu.co>. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co>:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1871/1/Sistema-hidr%C3%A1ulico-contra-incendios-UCat%C3%B3lica.pdf>
- Trias, M., Gonzalez, P., Fajardo, S., & Flores, L. (2009). *Las 5W + H y el ciclo de mejora en la gestion de procesos*. Uruguay: Innotec Gestion.

- Tyco. (19 de Mayo de 2019). <https://tyco-fire.com>. Obtenido de https://tyco-fire.com/TFP_translate/TFP320_ES-MX.pdf
- Universidad ECCI. (2019). *Guia Metodologica para el Desarrollo de Trabajos de Grado*. Bogota.
- Velasquez Mansilla, C. H. (2014). <http://cybertesis.uach.cl>. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl:>
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfci434d/doc/bmfci434d.pdf>
- Victaulic. (19 de Mayo de 2019). <https://es.victaulic.com>. Obtenido de <https://es.victaulic.com/products/firelock-model-v2758/>
- Viking. (19 de Mayo de 2019). www.construmatica.com. Obtenido de https://www.construmatica.com/archivos/27552/hojas_tecnicas/rociadores_y_boquillas_de_uso_industrial/rociadores_de_gota_gorda_high_challenger.pdf
- Villanueva Botella, J. (28 de Junio de 2015). <http://planificayvenceras.blogspot.com>. Obtenido de <http://planificayvenceras.blogspot.com:>
<http://planificayvenceras.blogspot.com/2015/06/autocombustion.html>

Anexos

Anexo 1. Matriz 5W + 1H

Anexo 2. Cotización Fluid Mechanics SAS