



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

**“Diseño de un sistema contraincendios
para un taller automotriz de vehículos
livianos”**

Autores: Tello Estrada Jorge Enrique - 1523452
Osorio Ramos José Jhojan - 1525014

Para obtener el Grado de Bachiller en:
Ingeniería Mecánica

Lima, Diciembre del 2019

ANEXO 6

**Declaración de Autenticidad y No Plagio
(Grado Académico de Bachiller)**

Por el presente documento, yo José Jhajan Osorio Ramos,
identificado/a con DNI N° 70843190, egresado de la carrera de
Ingeniería Mecánica,
informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado
"Diseño de un sistema contra incendios para un taller
automotriz de vehículos livianos"

para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de
Ingeniería Mecánica,

declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/los autor/es que lo suscribe/n y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumí, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 04 de Diciembre de 2019.



(firma)

ANEXO 6

**Declaración de Autenticidad y No Plagio
(Grado Académico de Bachiller)**

Por el presente documento, yo Jorge Enrique Tello Estrodo,
identificado/a con DNI N° 45636246, egresado de la carrera de
Ingeniería Mecánica

informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado
" Diseño de un sistema contra incendios para un taller automotriz
de vehículos livianos "

para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de
Ingeniería Mecánica

declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/los autor/es que lo suscribe/n y afirmo
que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han
sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas
por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumo, como autor, las
consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este
compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de
incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la
Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 04 de Diciembre de 2019.


.....
(firma)

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el diseño de un sistema contra incendio para un taller automotriz de vehículos livianos, cuya problemática es la necesidad de implementar un sistema de extinción eficiente que pueda extinguir las diferentes clases de fuego. El trabajo se divide en 4 capítulos: En el capítulo 1, se analiza las distintas investigaciones realizadas por autores preocupados por la importancia de la extinción del fuego, la prevención de incendios, así como los distintos métodos y sistemas eficientes para controlar y eliminar el fuego. En el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico que abarca los conceptos necesarios para el desarrollo del tema de investigación, así como las leyes matemáticas en la cual se basan nuestros resultados. En el capítulo 3 se desarrolla la metodología de tipo tecnológico, el cual se basa en una secuencia de pasos de forma ordenada donde se analiza el problema y finalmente se realiza el diseño. Asimismo, en el capítulo se desarrollan los cálculos hidráulicos necesarios para el diseño. En el capítulo 4, se analizó los resultados obtenidos en la investigación, concluyendo y alcanzando los objetivos trazados. Se determina el caudal y presión necesaria que tiene que poseer el sistema contraincendios, también se determinó la cantidad necesaria de rociadores, el tipo de sistema de extinción, el agente de extinción de incendios, como principales resultados.

DEDICATORIA

El trabajo de investigación se lo dedicamos a Dios que nos dio la vida y permite que estudiemos una carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por su amor, paciencia, apoyo y valores transmitidos para poder alcanzar nuestros objetivos.

A nuestra alma mater y a todos los profesores que contribuyeron en nuestra formación profesional, concluyendo con una etapa de nuestras vidas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	VIII
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	4
2.1 Taller de mantenimiento automotriz.....	4
2.2 Vehículo liviano	4
2.3 El fuego.....	4
2.4 Clasificación de riesgo ocupacional.....	5
2.4.1 Ocupaciones de riesgo extra grupo 2.....	5
2.5 Normas internacionales de protección contra incendios.....	6
2.6 Sistemas extinción de incendios.....	6
2.6.1 Sistema de extinción de tubería húmeda	6
2.6.2 Sistema de extinción de tubería seca.....	7
2.6.3 Sistema de extinción de pre acción	8
2.6.4 Sistema de extinción de diluvio.....	8
2.7 Agentes extintores de incendio.....	8
2.7.1 Agua nebulizada.....	9
2.7.2 Agua pulverizada	9

2.7.3 Espuma.....	9
2.7.4 Dióxido de carbono CO ₂	9
2.7.5 Compuestos halogenados	10
2.8 Rociadores automáticos.....	10
2.8.1 Cálculo del número de rociadores	10
2.8.2 Cálculo de caudal del rociador.....	11
2.8.3 Cálculo de presión del rociador	11
2.9 Gabinete contra incendios	12
2.10 Tuberías.....	13
2.10.1 Cálculo de pérdida de presión	13
2.11 Número de reynolds	14
2.12 Cálculo de velocidad del fluido.....	15
2.13 Cálculo de pérdidas por fricción.....	15
2.14 Cálculo de presión residual.....	16
2.15 Bomba principal.....	16
2.15.1 Cálculo de caudal requerido	16
2.16 Bomba secundaria.....	17
2.16.1 Cálculo de presión de bomba secundaria	17
2.16.2 Cálculo de caudal de bomba secundaria.....	18
2.17 Soporte para tuberías.....	18
2.18 Tanque de almacenamiento de agua	18
2.18.1 Cálculo del volumen de tanque de almacenamiento de agua	18

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN.....	19
3.1 Determinar la lista de requerimientos	19
3.2 Determinar el sistema de extinción de incendios.....	20
3.3.Determinar el agente de extinción de incendios.....	20
3.4 Diseñar el plano del taller automotriz.....	21
3.5 Selección de rociador automático nebulizado	21
3.6 Cálculo del número de rociadores.....	22
3.6.1 Cálculo de caudal del rociador.....	23
3.6.2 Cálculo de presión del rociador.....	24
3.7 Selección de gabinete contra incendios	24
3.8 Selección de tubería de acero inoxidable.....	25
3.9 Cálculo de pérdida de presión.....	25
3.10 Cálculo de velocidad del fluido	26
3.11 Cálculo de pérdida por fricción	26
3.12 Cálculo de presión residual	27
3.13 Número de reynolds	27
3.14 Selección de electrobomba centrífuga.....	28
3.14.1 Cálculo de caudal requerido.....	28
3.15 Selección de bomba jockey.....	28
3.15.1 Cálculo de presión de bomba Jockey.....	29
3.15.2 Cálculo de caudal de bomba Jockey.....	29
3.16 Cálculo de volumen de tanque de almacenamiento de agua.....	30
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Experiencia.....	31
4.2 Resultados de riesgos por secciones.....	31

4.2.1 Sección A.....	31
4.2.2 Sección B.....	33
4.2.3 Sección C.....	34
4.2.4 Sección D.....	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	
Anexo 1.Ficha de trabajo de investigación	
Anexo 2 Tablas, figuras, planos, cálculos	
Anexo 2.1 Tabla de dimensiones de tubería de acero cedula 40	
Anexo 2.2 Tabla de coeficiente de pérdidas menores para accesorios	
Anexo 2.3 Tabla de distancia máxima entre soportes	
Anexo 2.4 Tabla de diámetro de varilla para los soportes	
Anexo 2.5 Tabla de diámetro de tuberías para bombas	
Anexo 2.6 Tabla de rociadores – Catalogo Jhon Brooks Company Limited	
Anexo 2.7 Figura de tubería de acero inoxidable	
Anexo 2.8 Cálculos y resultados hidráulicos	
Anexo 2.9 Cálculos y resultados del número de rociadores	
Anexo 2.10 Dimensiones de tubería de acero	
Anexo 3.1 Plano del taller automotriz	
Anexo 3.2 Plano de distribución de rociadores	

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene como propósito el diseño un sistema contraincendios para un taller automotriz de forma eficiente, la importancia del trabajo de investigación es diseñar un sistema de extinción para los diferentes tipos de fuego mediante la aplicación de agua nebulizada y lograr salvar la mayor cantidad de vidas humanas, así como bienes materiales. Diferentes autores internacionales experimentaron y certificaron el uso agua nebulizada para extinguir diferentes tipos de fuego y los resultados fueron satisfactorios. Los objetivos del trabajo de investigación son los siguientes:

Objetivo General:

- Diseñar un sistema contraincendios para un taller automotriz de vehículos livianos.

Objetivos Específicos:

- Calcular los componentes del sistema contraincendios para el taller automotriz de vehículos livianos.
- Analizar los elementos para la selección de electrobombas.
- Diseñar el plano del taller automotriz en el software Autocad.

Alcances y Limitaciones

El trabajo solo abarcará los cálculos y selección de componentes necesarios respecto a la parte mecánica más no lo eléctrico. El taller debe estar ubicado en condiciones ambientales mayores a 4°C para evitar congelamiento de las tuberías.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ante el riesgo de incendios, las empresas, industrias, oficinas y otros deben disponer de medidas de seguridad para proteger al personal que labora y también sus instalaciones. Para ello, es necesario contar con los equipos apropiados contra incendios a fin de extinguir el fuego. Además, debemos tener en cuenta que las personas mueren más por la inhalación de humos tóxicos (pérdida de capacidad de los sentidos), que por las quemaduras.

Según los estudios realizados por [1] afirmaron la necesidad de cumplir las normas internacionales como la NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) que ofrece una acertada selección de equipos e instalación, tipos de sistema, componentes a emplear, diseño, cálculos hidráulicos e instalación en los lugares claves, un manual de operaciones y por último un programa de mantenimiento para el diseño de un sistema contra incendios.

En los estudios han explorado determinó la necesidad de activar oportunamente los sistemas fijos de extinción de incendios con la finalidad de eliminar y/o controlar el incendio, a través del abastecimiento de agua en gotas pequeñas o agua con agente espumante para disminuir los humos tóxicos que es el principal motivo de muerte en los incendios [2].

La investigación realizada por [3] experimentaron que al utilizar agua nebulizada para extinguir incendios de categoría A, B, C y K. Los resultados de la aplicación del agua nebulizada fueron que controla rápidamente la temperatura ambiente y flujo de calor. De

manera que, favorece a la evacuación y rescate de las personas.

En el estudio principal de [4] analizó los efectos de la radiación térmica respecto a la velocidad de evaporación de las gotas de diámetro pequeño, estas gotas se suspenden en el aire durante más tiempo y posee una mayor tasa de evaporación en paralelo con las gotas más grandes. Las gotas de mayor dimensión tienen más capacidad de penetrar en la capa de humo. Por consiguiente, se determina que las gotas con un tamaño inferior a 200 μm son las más efectivas en el enfriamiento por evaporación. Es decir, se vaporizaron totalmente antes de alcanzar el piso.

Se trabajo de acuerdo con los requerimiento y necesidades para una oportuna extinción del fuego, la cual evidenció que la relación entre la densidad del agua, el tamaño pequeño de las gotas y la temperatura del agente oxidante, producen un tiempo de extinción menor para la eliminación de incendios. Evidentemente, si el tamaño de la gota es más pequeño, es mejor para el enfriamiento de la llama evitando que salpicaduras de aceite no se extiendan a otros lugares [5].

Hasta la fecha, los estudios han determinado que el empleo de espuma es extraordinariamente competente para apagar incendios de líquidos inflamables y combustibles, puesto que forma una película en la parte superior del líquido que evita que los vapores volátiles inflamables se combinen con el aire o con el oxígeno [6].

En el estudio de [7] afirmó que la aplicación de espuma de alta expansión a combustibles pesados y densos permite reducir el tamaño del fuego, la separación del vapor y el descenso de la radiación originada por el calor hasta un 95 %. Asimismo, esta espuma disminuye la alta radiación generada por el calor y la capacidad de extinguir el fuego se minimiza. Por esta razón, la espuma de alta expansión reduce el calor radiante con menor presión y caudal en paralelo a los métodos tradicionales como el sistema de cortina de agua y/o rociadores de agua. Naturalmente, dicha espuma se puede completar con químico seco

para aplacar el incendio. Sin embargo, la espuma al dañarse por el fuego se necesitó una demanda de ciclo continuo de espuma. A medida que se aumente la tasa de aplicación de la espuma, el rendimiento de extinción de incendios y protección contra quemaduras pueden mejorarse.

Según los estudios realizados por [8] da cuenta que la extinción de incendios de líquidos insolubles en agua, a base se espuma de aire comprimido. La espuma seca, más el uso de boquilla pequeña se obtiene el mejor rendimiento ya que apaga el incendio en menor tiempo, también presenta burbujas más uniformes y tiempo de drenaje es más rápido que los otros tipos de espuma.

Los estudios han explorado que el sistema con rociadores se presenta como un gran sistema de extinción de incendios. Por ende, es el recurso más competente para proteger la vida y los bienes; asimismo, reduce el gasto de agua y disminuye el tiempo de extinción del fuego. Su diseño debe ser elegido conforme a varios factores que pueden contribuir en su eficiencia [9].

La investigación realizada por [10] analizó la dinámica de sistemas, para diseñar el modelo de simulación del sistema contra incendios, estableciendo los factores que influyen en una eficiencia óptima, los factores son: capacitación de personal, mantenimiento de la instalación en buen estado y la infraestructura en general establecerá la eficacia del sistema contra incendios.

Hasta la fecha las investigaciones principales, diseñaron un modelo matemático para un sistema contra incendio en tubería seca proporcionando la explicación cuantitativa de los procesos para cuando los rociadores empiecen a funcionar como: cuando el gas es descargado en las tuberías; asimismo, cuando las tuberías son llenadas y la descarga de líquidos a través de tiempo, viaje y tránsito de presión de operación, mostrando una exactitud apropiada del modelo [11].

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Taller de mantenimiento automotriz

El taller de mantenimiento automotriz se distribuye en las siguientes áreas: soldadura, pintura, eléctrica, servicios higiénicos, almacén, sala de espera, administrativa, cuarto de bombas, mecánica y alineamiento.

2.2 Vehículo liviano

Es un vehículo motorizado, que realiza el transporte de personas como de cargas, posee una masa bruta mayor a 1 000 kg y menor a 3 500 kg. Los vehículos livianos representan el 66% de vehículos vendidos anualmente en Lima y por ende la necesidad de diseñar un sistema contraincendios para un taller automotriz [17].

2.3 El fuego

Es una reacción química entre el combustible, oxígeno y calor, para producir fuego. Si alguno de estos tres elementos no está presente no podrá generarse el fuego. Según la NFPA -10 las clasificaciones de fuego son las siguientes [22]

- **Fuego de clase A**

Fuegos de materiales sólidos, generalmente de tipo orgánico, la combustión se genera cuando existe alta acumulación de brasas y sólidos a alto punto de fusión (madera, papel, tejido, etc.) [22].

- **Fuego de clase B**

Fuegos de líquidos combustibles, grasos, pinturas, aceites, ceras, gases, nafta, solventes, etc. [22].

- **Fuego de clase C**

Fuegos de combustibles gaseosos (propano, butano, acetileno, gas, etc.); asimismo, a instalaciones eléctricas o equipos energizados [22].

- **Fuego de clase D**

Son los fuegos de metales y químicos combustibles (magnesio, titanio, sodios, etc.) [22].

- **Fuego de clase K**

Fuegos generados por artefactos de cocina que involucran combustibles para cocinar (aceites, grasas vegetales o animales) [22].

2.4 Clasificación de riesgo ocupacional

El primer paso para diseñar un sistema contraincendios es la selección del tipo de riesgo ocupacional de acuerdo a la norma para la instalación de rociadores (NFPA-13), la selección del tipo de riesgo influye en la selección de rociadores, tuberías, costos, caudal de agua, etc. [12].

2.4.1 Ocupaciones de riesgo extra grupo 2

Son las ocupaciones que contienen o almacenan desde pequeñas a importantes cantidades de combustibles, así como líquidos inflamables. Algunas ocupaciones que se asemejan a lo mencionado son los siguientes:[12]

- Pulverización de líquidos inflamables.
- Revestimiento con líquido.
- Limpieza con solventes.
- Barnizado y pintado por inmersión.

- Sistemas de elevación y estacionamiento de vehículos con 2 vehículos apilados verticalmente.

2.5 Normas Internacionales para sistema contra incendios

La National Fire Protection Association- NFPA es la norma más utilizada actualmente, que en conjunto con las universidades, científicos, organismos, institutos y personal con experiencia han desarrollado una serie de códigos que nos ayudan a diseñar un sistema contra incendios de forma segura [12].

2.6 Sistema de extinción de incendios

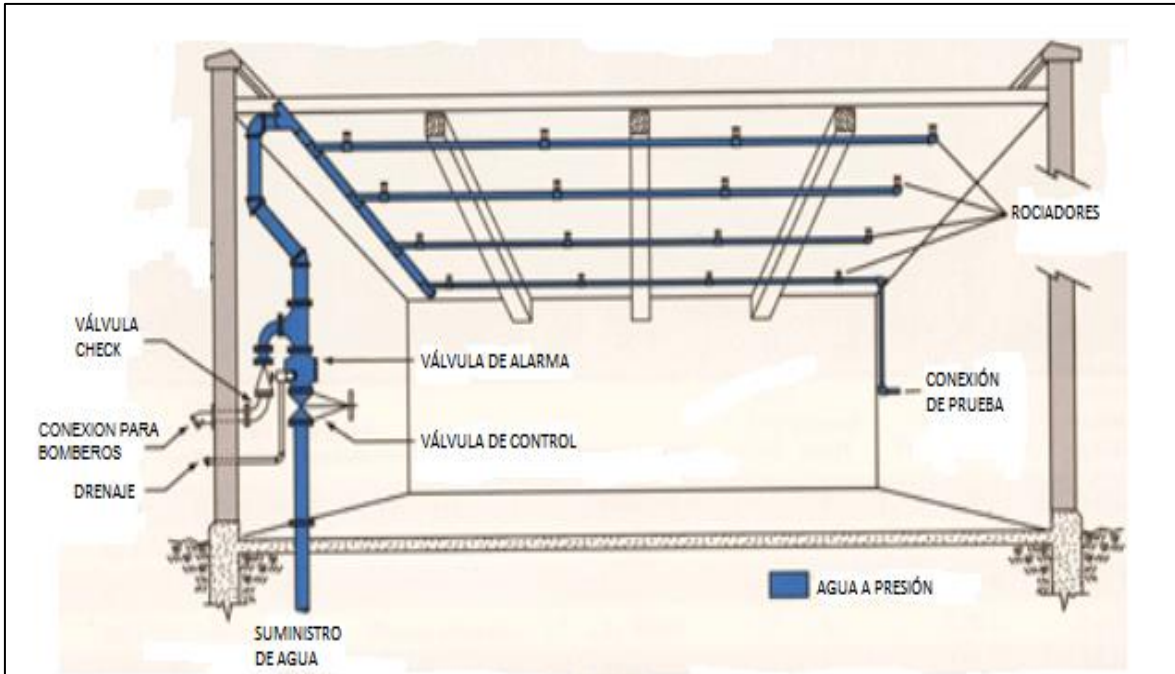
Los sistemas de extinción de incendios se clasifican en cuatro sistemas básicos según la norma NFPA -13, los cuales son los siguientes: Sistema de extinción de tubería húmeda, seca, pre-acción y diluvio. Un sistema de extinción de incendios incorpora: tuberías, accesorios, y demás conexiones necesarias para trasladar el agua desde la fuente de suministro y/o tanque de almacenamiento hasta el lugar del fuego mediante los rociadores. [12].

2.6.1 Sistema de extinción de tubería húmeda

Es el sistema más utilizado para la extinción de incendios (cerca del 90%), debido a su alta confiabilidad, velocidad de accionamiento y sencillo mantenimiento. Entre las características del sistema son costo de instalación bajo a comparación de otros sistemas, montaje sencillo, menor número de componentes, tiempo de respuesta rápido ya que la tubería está con agua presurizada, no recomendada para instalación en ambientes menores a 4°C por el riesgo de congelamiento. En la figura 1 observamos el sistema de extinción de tubería húmeda, en el cual la tubería de color azul representa el agua a presión, a la espera de que los rociadores se activen y liberen el agua sobre el fuego para

extinguirlo [12].

Figura 1: Sistema de extinción de tubería húmeda [12]



2.6.2 Sistema de extinción de tubería seca

Sistema de extinción de incendios en donde las tuberías generalmente contienen nitrógeno o aire a baja presión, cuando se activa los rociadores, el aire o nitrógeno es liberado, dando lugar a la apertura de la válvula de tubería seca y permitiendo que el agua llegue hasta los rociadores para extinguir el incendio. Este sistema es utilizado en temperaturas menores a 4°C (40°F), es una imposición el uso del sistema de tubería seca por la probabilidad que el agua se congele. Las características de este sistema son: costo de instalación un poco alto referente al sistema de tubería húmeda debido al costo de los rociadores, equipos y accesorios. El tiempo de respuesta no es muy rápido referente al sistema de tubería húmeda debido que las tuberías no contienen agua presurizada cuando se inicia el fuego, se utilizan varios componentes, y es confiable [12].

2.6.3 Sistema de extinción de pre-acción

En este sistema de extinción de incendios la tubería puede estar presurizado de aire o no. Consta de un dispositivo de detección ubicado en el mismo lugar que los rociadores, cuando el dispositivo detecta el fuego inmediatamente envía señal para la apertura de la válvula que permita que el agua fluya por las tuberías y descargada mediante los rociadores para la extinción del fuego. Las características de este sistema son: un costo elevado para su instalación, montaje moderado, el tiempo de respuesta no es muy rápido referente a al sistema de tubería húmeda debido que las tuberías no contienen agua presurizada cuando se inicia el fuego, se utiliza varios componentes y tiene buena confiabilidad [12].

2.6.4 Sistema de extinción de diluvio

En este sistema de extinción de incendios las tuberías se encuentran sin agua, se apertura la válvula para permitir el paso del agua mediante las tuberías hasta los rociadores y finalmente sobre el fuego para la extinción del fuego. A diferencia de los sistemas de tubería seca y húmeda poseen una gran cantidad de accesorios, componentes, etc. Este sistema se aplica para condiciones de trabajos especiales ya que se aplica grandes volúmenes de agua. Las características de este sistema de extinción son el costo económico relativamente moderado, montaje no tan sencillo, el tiempo de respuesta no es muy rápido debido que las tuberías no contienen agua presurizada cuando se inicia el fuego, demanda alta de agua y confiabilidad media [12].

2.7 Agentes extintores de incendio

Existe una gran variedad de agentes para la eliminación de incendios, el uso de un agente de extinción dependerá del campo de aplicación, entre los agentes más utilizados son los siguientes: agua, espuma, dióxido de carbono, compuestos halogenados, entre otros [13].

2.7.1 Agua nebulizada

Son partículas de gotas muy pequeñas que se aplican para la eliminación de incendios, las gotas en primer lugar dominan o controlan el fuego, después asfixia el fuego y por último elimina el incendio. Las características de la aplicación del agua nebulizada son las siguientes: Alta eficiencia de protección contra incendios ante gran variedad de clases de fuegos, no tóxico, eficaz para líquidos, inflamables, seguro para las personas, equipos, amigable con el medio ambiente [13].

2.7.2 Agua pulverizada

El agua es descargada directamente desde los rociadores, los rociadores previamente se encuentran aperturados, se utilizará para controlar y extinguir el fuego sobre un área determinada. Las características del agua pulverizada son las siguientes: Mínimos daños por agua, adecuado para líquidos inflamables, seguro para las personas, no es seguro para la protección de los equipos. [13]

2.7.3 Espuma

La aplicación de espuma es ideal para la extinción de fuegos de líquidos y combustibles inflamables, la espuma aísla el aire del líquido y/o combustible formando una capa entre ellos, evitando que el fuego se haga más incontrolable. La aplicación de espuma tiene las siguientes características: costo económico relativamente alto por los equipos para generar espuma, conduce electricidad, seguro para los equipos, seguro para las personas [13].

2.7.4 Dióxido de carbono (CO₂)

La aplicación del dióxido de carbono para la extinción de incendios brinda buenos resultados debido a sus múltiples propiedades. Se puede aplicar a diferentes tipos de fuegos, así como a incendios con carga eléctrica ya que el CO₂ no conduce electricidad.

Las características del CO₂ son las siguientes: no conduce electricidad, protección moderada para los equipos, no es amigable con el medio ambiente, es tóxico para las personas[13].

2.7.5 Compuestos halogenados

Los compuestos halogenados son demasiados volátiles. Son efectivos para fuegos de clase D. Estas sustancias permanecen en el medio ambiente por mucho tiempo y puede ser ingerido y almacenado por el ser humano mediante la cadena alimenticia u de otra forma. Las características de los compuestos halogenados son: alto nivel de toxicidad no es amigable con el medio ambiente, no es seguro para las personas, costo económico moderadamente alto, y no produce conductividad [13].

2.8 Rociadores automáticos

Dispositivo que se utiliza para la aplicación de agua presurizada de una forma eficiente sobre el fuego y poder extinguirlo. Los rociadores se abrirán cuando exista presencia de fuego, Los rociadores serán distribuidos de una forma ordenada según la norma NFPA-13 [12].

2.8.1 Cálculo de número de rociadores

Para calcular el número de rociadores, utilizaremos la tabla 1, donde se determinará el área máxima de cobertura del rociador y dependiendo de la clasificación de riesgo. La ecuación se expresa de la siguiente manera [15]:

$$N_R = \frac{A_D}{A_R} \quad (1)$$

Donde:

N_R = Número de rociadores

A_R = Área de cobertura máxima del rociador (ft²)

$A_D = \text{Área de diseño (ft}^2\text{)}$.

Tabla 1 Área máxima de cobertura de rociadores NFPA-13 [21]

Clasificación de riesgo	Área de cobertura máxima de rociadores
Leve	225 ft ²
Ordinario	130 ft ²
Extra	100 ft ²

2.8.2 Cálculo de caudal del rociador

La ecuación para determinar el caudal del rociador se expresa de la siguiente manera [12]:

$$Q_R = \rho \cdot A_D \quad (2)$$

Donde:

$Q_R = \text{Caudal de rociador (gpm)}$

$\rho = \text{Densidad del rociador (gpm/ft}^2\text{)}$

$A_D = \text{Área de diseño (ft}^2\text{)}$

La NFPA detalla varios métodos por los cuales se puede determinar el caudal de agua para el sistema y uno de estos es mediante la curva densidad vs área, en el cual se determina la demanda de agua para los rociadores, densidad de fluido, y por último el tipo de riesgo. La figura 2, muestra la curva densidad vs área, parámetros para determinar el caudal de cada rociador, teniendo en cuenta el área de cobertura y la clasificación del riesgo al que está expuesto.

2.8.3 Cálculo de presión del rociador

La ecuación para determinar la presión del rociador se expresa de la siguiente manera [12]:

$$P_{psi} = \left(\frac{\text{Descarga}(Q_r)}{\text{Factor } k} \right)^2 \quad (3)$$

Dónde:

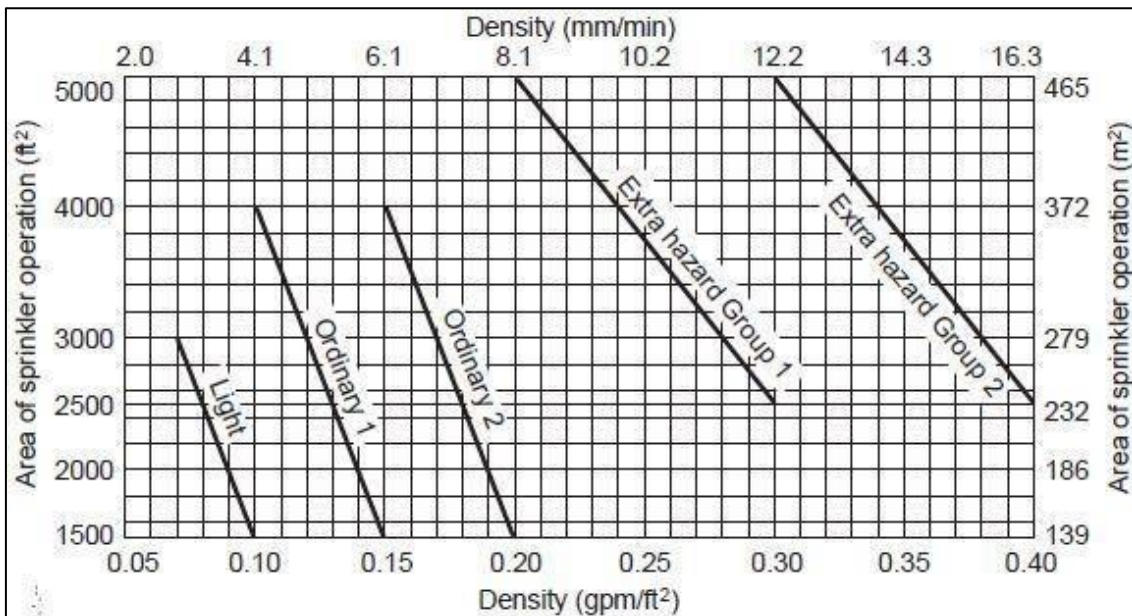
Q_R = Caudal de rociador (gpm)

K = Factor de descarga del rociador (gpm/psi)

P = Presión del rociador (psi).

El factor de descarga del rociador K, se selecciona según la tabla 2.

Figura 2 Curva densidad vs área de operación de rociadores [21]



2.9 Gabinete contra incendios

Son equipos que incluyen todos los dispositivos necesarios como: mangueras, extintor, válvulas y otros componentes necesarios para la extinción de incendios, están unidos al sistema de la red de agua, puede ser utilizado de forma rápida por las personas para la extinción de incendios. Debe ser ubicado en un lugar estratégico según el área de operación. De acuerdo con la tabla 2, se seleccionará la demanda de caudal para las mangueras; asimismo, el tiempo de suministro de agua, dependiendo del tipo de riesgo ocupacional [12].

Tabla 2 Factor de descarga K [21]

Diámetro nominal de Orificio		Factor K
En pulgadas	En milímetros	
1/4	6.4	1.3 - 1.5
5/16	8.0	1.8 - 2.0
3/8	9.5	2.6 - 2.9
7/16	11.0	4.0 - 4.4
1/2	12.7	5.3 - 5.8
5/8	15.9	11.0 - 11.5
3/4	19.0	13.5 - 14.5

2.10 Tuberías

Las tuberías son instaladas para el transporte del agua desde el tanque de almacenaje o fuente de alimentación y descargar el agua mediante los rociadores. Las dimensiones de las tuberías se seleccionarán de acuerdo a su uso en el sistema contra incendio tanto para las líneas principales y secundarias. Por otro lado, la tubería tiene que garantizar que pueda resistir la presión del agua [12].

2.10.1 Cálculo de pérdida de presión

La pérdida de presión se genera por varios factores como: la fricción de las partículas entre sí, la fricción contra las paredes de las tuberías donde es transportado. Se aplica la ecuación de Hazen Williams para hallar la pérdida de fricción en las tuberías de acuerdo con norma NFPA 13, la ecuación se expresa de la siguiente forma [12]:

$$H_L = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (4)$$

Donde:

H_L = Pérdidas de fricción por longitud de tubería (psi/ft de tubería)

C = Coeficiente de fricción de Hazen-William (adimensional)

D = Diámetro interno de tubería (in)

Q = Caudal (gpm)

La tabla 3 muestra los valores C, según la norma NFPA-13.

Tabla 3 Valores C de Hazen- Williams [21]

Tubería o Ducto	Valor C
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento	100
Acero negro (sistemas de tubería, incluyendo de pre-acción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda incluyendo diluvio)	100
Galvanizada (toda)	120
Cobre o acero inoxidable	120

2.11 Número de Reynolds

Expresa un número adimensional que sirve para determinar el régimen de un fluido. Que puede ser: Laminar, Turbulento, Inestable [16].

- Si $R < 2000$: Flujo Laminar
- $R > 2000$: Flujo Turbulento
- $2000 < R < 3000$: Flujo Inestable

La ecuación de Reynolds se expresa de la siguiente manera:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad (5)$$

Donde:

v = Velocidad del fluido en la tubería. (ft /s)

D = Diámetro de la tubería (ft)

μ = Viscosidad del fluido (lbf.s / ft²)

ρ = Densidad de fluido (lb / ft³)

Re= Número de Reynolds (adimensional)

2.12 Cálculo de velocidad del fluido

La ecuación para determinar la velocidad del fluido se expresa de la siguiente manera

[14]:

$$V = \frac{0.4085 \times Q}{d} \quad (6)$$

Donde:

V = Velocidad del fluido (ft /s)

Q = Caudal Total (gpm)

d = Diámetro de tubería interna (ft²)

2.13 Cálculo de pérdidas por fricción

La ecuación para determinar la pérdida por fricción se expresa de la siguiente manera

[12]:

$$PF(\text{psi}) = H_L \times (l_t + l_e) \quad (7)$$

Donde:

PF = Pérdidas por fricción (psi)

H_L = Pérdida de presión (lb.pulg²/ ft)

l_t = Longitud del tubo (ft)

l_e = Longitud equivalente (ft)

2.14 Cálculo de presión residual

La ecuación la presión residual se determina de la siguiente manera [15]:

$$P_{(\text{residual})} = P_{\text{psi}} \times PF \quad (8)$$

Donde:

$P_{(\text{residual})}$ = Presión residual (psi)

$P_{(\text{psi})}$ = Perdida de presión (lb.pulg²/ pie)

PF = Perdidas por fricción (psi)

2.15 Bomba principal

La bomba principal es empleada para aumentar la presión del agua; asimismo, se utiliza para desplazar el agua desde el tanque de almacenamiento hasta los rociadores. Para la selección de la bomba principal, ubicación, y demás parámetros se utiliza la norma NFPA-20. Las bombas centrifugas generalmente son las que más se escogen para la extinción de incendios por varios factores como su sencillo mantenimiento, solidez y confiabilidad [12].

2.15.1 Cálculo de caudal requerido

Para determinar el caudal total requerido la ecuación se expresa de la siguiente manera [15]:

$$Q_T = Q_{TR} + Q_M \quad (9)$$

Donde:

Q_T = Caudal requerido total (gpm)

Q_{TR} = Caudal total de los rociadores (gpm)

Q_M = Caudal de manguera (gpm)

2.16 Bomba secundaria

La bomba secundaria se emplea generalmente para conservar la presión constante y evitar que la bomba principal se ponga en funcionamiento cuando el sistema demande mínimas cantidades de agua. En la figura 3 se muestra una bomba secundaria también llamada Jockey, se debe seleccionar con características semejantes a la bomba principal entre ellos el caudal que debe estar entre el 1% a 5% en relación con la bomba principal y la presión que se debe seleccionar a 10 psi de la bomba principal [15].

Figura 3 Bomba jockey [15]



2.16.1 Cálculo de presión de bomba secundaria-Jockey

La ecuación para determinar la presión de bomba secundaria se expresa de la siguiente manera [15]:

$$P_{\text{BJOCKEY}} = P_{\text{BP}} + (P_{\text{BP}} \cdot 10\%) \quad (10)$$

Donde:

P_{BJOCKEY} = Presión de descarga en bomba jockey (psi)

P_{BP} = Presión de descarga de bomba principal (psi).

2.16.2 Cálculo de caudal de bomba secundaria-Jockey

La ecuación para determinar el caudal de bomba secundaria se expresa de la siguiente manera [15]:

$$Q_{\text{BJOCKEY}} = Q_{\text{BP}} \cdot 1\% \quad (11)$$

Donde:

Q_{BJOCKEY} = Caudal requerido de bomba jockey (gpm)

Q_{BP} = Caudal requerido de bomba principal (gpm)

2.17 Soporte para tuberías

Los soportes son utilizados para garantizar que las tuberías ya sea fijas o colgantes no sufra rotura, flexión, etc. Se clasifican de acuerdo a su función en: soportes colgantes y antisísmicos. La norma NFPA-13 brinda especificaciones, pautas para el diseño y/o selección de los soportes [12].

2.18 Tanque de almacenamiento de agua

El tanque se emplea para almacenar agua en cantidad suficiente para mantener el funcionamiento del sistema contraincendios, sin ningún inconveniente [15].

2.18.1 Cálculo de volumen del tanque de almacenamiento

La ecuación para determinar el volumen del tanque se expresa de la siguiente manera [15].

$$V_T = Q_T \cdot T \quad (12)$$

Donde:

Q_T = Caudal requerido de tanque de almacenamiento de agua (gpm)

V_T = Volumen requerido total (galones)

T = Tiempo (minutos)

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN

3.1 Determinar la lista de requerimientos

De acuerdo con la Norma VDI 2225 se detalla los requerimientos necesarios que tendrá el diseño. Los requerimientos son los siguientes:[18]

- **Confiable:** El sistema contra incendios tiene que garantizar el control y extinción del fuego en cualquier ambiente del taller.
- **Uso de normas internacionales:** Se requiere la aplicación de normas nacionales como internacionales para el diseño.
- **Costo asequible:** El diseño debe ser ejecutado a bajos costos, sin mermar la eficiencia del sistema.
- **Montaje sencillo:** El montaje debe ser de forma sencilla y rápida para no detener los trabajos cotidianos del taller.
- **Operación sencilla:** El sistema debe ser accionado y operado de forma sencilla. Los planos, manuales y esquemas deben estar al alcance de todo el personal para una correcta operación del sistema.
- **Reparación sencilla:** Se debe contar con manuales de reparación y los repuestos deben ser de fácil acceso en el mercado para evitar que el sistema este inoperativo.
- **Seguro ante sismos:** Se debe garantizar que el sistema pueda trabajar de forma segura y eficiente si se produce un fenómeno natural como los sismos.

3.2 Determinar el sistema de extinción de incendios

El sistema de extinción mediante rociadores se seleccionará mediante una evaluación de costo, montaje, mantenimiento, etc.

Se escogerá el sistema de extinción de tubería húmeda, con un puntaje de 24 puntos.

La tabla 4 evalúa los diferentes sistemas de extinción de incendios versus valores económicos, confiabilidad, condiciones climatológicas, etc.

Tabla 4 Sistemas para extinción de incendios

	Sistema de tubería seca	Sistema de tubería húmeda	Sistema de pre acción	Sistema de diluvio
Económico	2	3	1	2
Montaje	2	3	2	2
Fácil Mantenimiento	2	3	1	2
Confiabilidad	2	3	2	2
Bajas Temperaturas	3	1	3	1
Número de Componentes	2	3	2	1
Silencioso	2	2	2	2
Tiempo de respuesta	2	3	2	3
Eficiencia de uso del agua	3	3	3	1
Total	20	24	18	16

Leyenda:

3 = Bueno, 2 = Aceptable, 1 = No satisface [18]

3.3 Determinar el agente de extinción de incendios

La selección del agente de extinción de incendios se realizará mediante una evaluación económica, toxicidad, conductividad, etc. Se escogerá el agente de extinción de incendios

será el agua nebulizada, con un puntaje de 19 puntos. La tabla 5 evalúa los diferentes agentes de extinción de incendios versus valores económicos, abundancia, conductividad, seguridad para personas, seguridad para equipos, etc.

Tabla 5 Agentes para extinción de incendios

	Agua Nebulizada	Agua Pulverizada	Agua en chorros	Espuma	CO ₂	Compuestos Halogenados
Económico	3	3	3	1	1	2
Toxico	3	3	3	3	1	1
Abundante	3	3	3	2	2	3
Conductividad	1	1	1	1	3	3
Seguridad para las personas	3	3	2	3	1	1
Seguridad para los equipos	3	2	1	3	3	3
Medio Ambiente	3	3	3	3	1	1
Total	19	18	16	16	12	14

Leyenda:

3 = Bueno, 2 = Aceptable, 1 = No satisface [18]

3.4 Diseñar el plano del taller automotriz

Se diseña el plano del taller automotriz en el software Autocad, el plano se encuentra en el anexo 3.1

3.5 Selección de rociador automático nebulizado

Se seleccionará los rociadores de acuerdo con la tabla de rociadores y valores del catálogo Jhon Brooks Company Limited, dicho catalogo se encuentra en el anexo 2.6.

La selección de rociadores está en función de la presión y caudal mínimo requerido para cada área y los resultados se detallan en la tabla 6.

Tabla 6 Selección de rociadores

Selección de rociadores			
	Caudal mínimo requerido por rociador (gpm)	Presión mínima requerido (psi)	Tipo de rociador
Área de soldadura	3.6725	27.52	LNJB-225
Área de pintura	4.896	110	LNJB-220
Área Electrica	3.5475	27.52	LNJB-225
Almacen	1.614	6.14	LNJB-225
Sala de espera	4.6	7.98	LNJB-225
Área administrativa	4.07	6.63	LNJB-225
Área mecánica	2.098	14.03	LNJB-225
Área de alineamiento	2.528	10.08	LNJB-225

3.6 Cálculo del número de rociadores

Se realizó el cálculo mediante la norma NFPA 13. Esto se obtiene dividiendo el área de diseño entre el área de cobertura del rociador. Donde se aplica en cada área del taller.

Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01 establecido en la tabla 7 donde se determina los riesgos existentes en dicha área del taller, mediante la ecuación (1) se calcula el número de rociadores.

$$N_r = \frac{1259.4}{225}$$

$$N_r = 5 \text{ rociadores}$$

Se necesitan 5 rociadores para el área de alineamiento. El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2, se concluye que es necesario un total de 58 unidades de rociadores para un funcionamiento eficiente basándonos en los cálculos establecidos en la Norma NFPA 13.

Tabla 7 Clasificación de riesgos [21]

Clasificación			Cantidad de contenidos	Combustibilidad de contenidos	Tasa de emisión de calor bajo fuego de los contenidos	Altura de las pilas de contenido	Materiales presentes	Líquidos Inflamables	Ejemplos
1	LHO	Ocupaciones de riesgo ligero	Baja	Baja	Baja				Iglesias, clubes, escuelas, hospitales, oficinas
2	OHO-01	Ocupaciones de riesgo ordinario de grupo 1	Moderada	Baja	Moderada	<8ft (2.4m)			Estacionamiento, salones de exhibición, panaderías, lavanderías, áreas de servicio en restaurantes
3	OHO-02	Ocupaciones de riesgo ordinario de grupo 2	Moderada a alta	Moderada a alta	Moderada	<12ft (3.7m)			Molinos de cereal, lavanderías en seco, fábricas con maquinaria, tiendas departamentales
					Alta	<8ft (2.4m)			
4	EHO-01	Ocupaciones de riesgo extra grupo 1			Alta		Polvo o pelusa	Bajo o nulo	Hangares de aviones, fundidoras de metal, extruidoras de metal, aserraderos
5	EHO-02	Ocupaciones de riesgo extra grupo 2					Alto contenido de combustibles compartimentados	Moderado a alto	Asfalto, recubrimientos líquidos, solventes de limpieza, barnices, pintura por inmersión

3.6.1 Cálculo de caudal del rociador

El caudal al igual que a la descarga por cada rociador del sistema se determina mediante el cálculo establecido en la norma NFPA 13.

Para fines didácticos se realizó el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se calcula mediante la ecuación (2).

$$Q_r = 0.15 \text{ gpm}^2/\text{ft} \times 105 \text{ ft}^2$$

$$Q_r = 16 \text{ gpm}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados del caudal en cada rociador se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.6.2 Cálculo de presión del rociador

De acuerdo con la norma NFPA 13, se desarrolla de la siguiente manera.

Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento. El factor K se obtiene de la tabla 2. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se calcula mediante la ecuación (3).

$$P_{psi} = \left(\frac{16}{5.6}\right)^2$$
$$P_{psi} = 8.16 \text{ psi}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados de presión en cada rociador se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.7 Selección de gabinete contra incendio

Se seleccionará 2 gabinetes contra incendios tipo III, mediante la tabla 8 se evalúa y determina que dicho gabinete cuente con 2 válvulas: 1 para el departamento de bomberos y la siguiente válvula para ser usada por el personal del taller, lo cual es una ventaja a comparación de los gabinetes de tipo I, II que solo poseen 1 válvula para ser usada por el departamento de bomberos. Se selecciona el gabinete del catálogo de la marca TUVAREP el cual cuenta con las siguientes componentes:

Válvula angular tipo globo de: 1 1/2 NPT

Válvula angular tipo globo de: 2 1/2 NPT

Manguera contra incendios de: 1 1/2 NPT de 30 metros

Rociador de chorro de: 1 1/2 NPT

Caudal por gabinete: 100 gpm

Caudal total: 200 gpm

Tabla 8 Demanda de caudal para mangueras y duración de suministro de agua [21]

Clasificación de la Riesgo Ocupacional	Mangueras Interiores (gpm)	Total combinado de mangueras interiores y exteriores (gpm)	Duración en minutos
Riesgo Leve	0 - 50 - 100	100	30
Riesgo Ordinario	0 - 50 - 100	250	60 - 90
Riesgo Extra	0 - 50 - 100	500	90 - 120

3.8 Selección de tubería de acero inoxidable

Se seleccionará la tubería de acero inoxidable, porque en su interior contiene agua de forma permanente (sistema de extinción de tubería húmeda), si se utiliza otro material en la tubería puede ocasionar grietas u oxidación. Se escogerá la tubería de cedula 40 del catálogo de la empresa Polimetales SAC, la tabla de selección se encuentra en el anexo 2.7.

3.9 Cálculo de pérdida de presión

La norma NFPA 20 recomienda la fórmula de Hazen Williams. El valor C se obtiene de la Tabla 3. Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se calcula mediante la ecuación (4).

$$H_L = \frac{4.52 \times 16^{1.85}}{120^{1.85} 1.049^{4.87}}$$

$$H_L = 0.09 \text{ lb.in}^2 / \text{ft}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados de pérdida de presión en la tubería se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.10 Cálculo de velocidad del fluido

La velocidad de flujo se trabaja con la siguiente formula, establecido por la norma NFPA 13. Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se utiliza la ecuación (6).

$$V = \frac{0.4085 \times 16}{1.049}$$

$$V = 5.94 \text{ ft/s}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados de pérdida de presión en la tubería se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.11 Cálculo de pérdida por fricción

Para el cálculo de la perdida por fricción se usó la siguiente formula en cada nodo presente en el diseño. Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se calcula mediante la ecuación (7).

$$PF \text{ (psi)} = 0.09 \times 7.5$$

$$PF \text{ (psi)} = 0.65 \text{ psi}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados de pérdida de presión en la tubería se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.12 Cálculo de la presión residual

La presión residual se obtiene al calcular la presión en cada nodo, adicionado la presión por fricción que se pierde en las tuberías.

Para fines didácticos se realizará el análisis en el taller del área de alineamiento el cual tiene un riesgo de OHO-01. El análisis se realizó en el nodo 1-2. Se determina mediante la ecuación (8).

$$P (\text{residual}) = 8.16 \text{ psi} + 0.65 \text{ psi}$$

$$P (\text{residual}) = 8.81 \text{ psi}$$

El cálculo se realiza en cada nodo establecido en el plano de distribución de rociadores anexo 3.2.

Los resultados de pérdida de presión en la tubería se encuentran en los cálculos del anexo 2.8.

3.13 Número de Reynolds

El número de Reynolds está en función del diámetro y velocidad, ya que la viscosidad y densidad se mantienen ya que es el mismo fluido. Se escoge el menor diámetro y velocidad del anexo 2.8. El número de Reynolds resultante en el punto de menor diámetro y velocidad es de 736757.81, por lo tanto, en el sistema presenta un flujo turbulento, Si se incrementa la velocidad y diámetro el flujo sigue siendo turbulento. Se determina mediante la ecuación (5).

$$Re = \frac{62,24 \cdot 2,97 \cdot 0,0833}{0.0000209}$$

$$Re = 736757.81$$

3.14 Selección de electrobomba centrífuga

La electrobomba centrífuga seleccionada será del catálogo de la marca Aurora Pumps, ya que la marca Aurora está aprobada por la norma NFPA-20 y Factory Mutual compañía que garantiza y acredita que al equipo o componente se le realizó pruebas que garanticen su correcto funcionamiento. La figura 4 muestra la curva de la electrobomba centrífuga y las características son las siguientes:

Número de modelo: 340/360

Caudal: 287 gpm

Velocidad de giro: 3500 rpm

Potencia: 40 hp

Presión: 116 psi

3.14.1 Cálculo de caudal requerido

De acuerdo con el anexo 2.8, para hallar el caudal necesario para nuestro sistema contra incendio el cual es 258,76 gpm. Se utiliza la ecuación (9)

$$Q_T = 58,76 + 200$$

$$Q_T = 258,76 \text{ g / min}$$

3.15 Selección de bomba jockey.

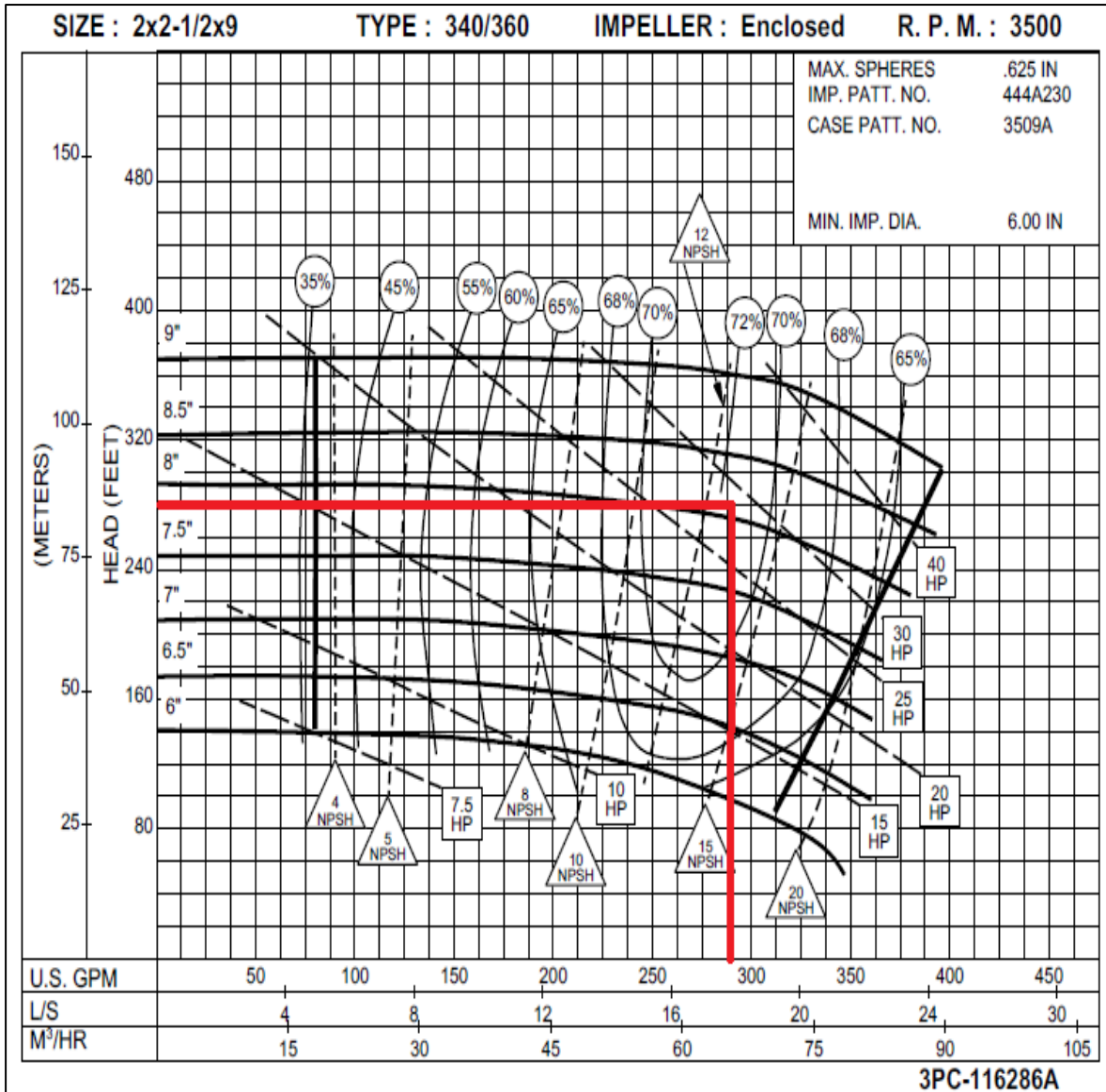
La electrobomba centrífuga seleccionada será del catálogo de la marca Grundfos, ya que la marca Grundfos está aprobada por la norma NFPA-20 y Factory Mutual compañía que garantiza y acredita que al equipo o componente se le realizó pruebas que garanticen su correcto funcionamiento. La figura 5 muestra la curva de la bomba jockey y las características son las siguientes:

Modelo: CR1

Caudal: 3, 3 gpm

Presión: 130 psi

Figura 4 Curva de Electrobomba centrífuga [19]



3.15.1 Cálculo de presión de bomba Jockey

Se determino mediante la ecuación 10, la presión de la bomba jockey es 121 psi.

$$P_{\text{BJOCKEY}} = 110 + (11)$$

$$P_{\text{BJOCKEY}} = 121 \text{ psi}$$

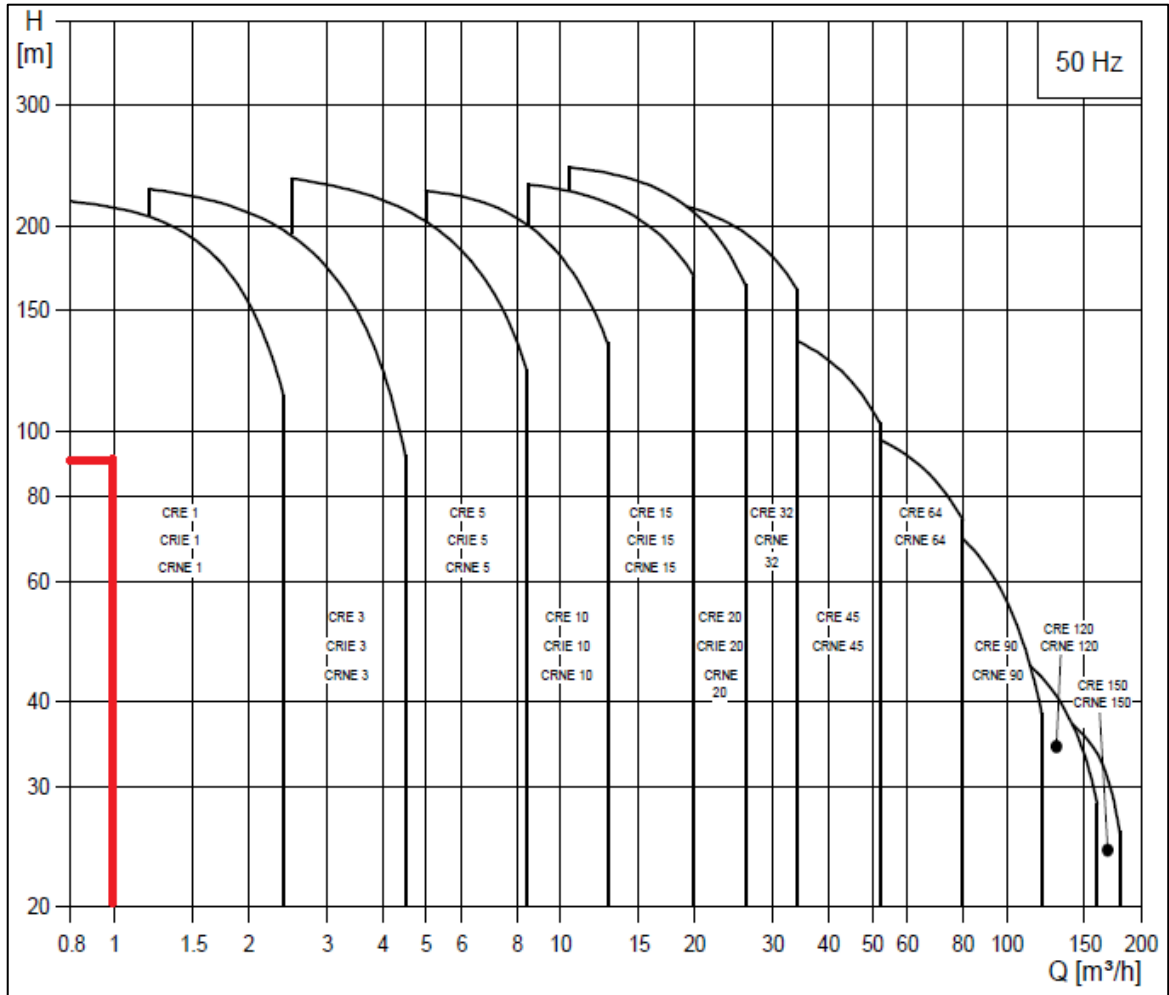
3.15.2 Cálculo de caudal de bomba Jockey.

De acuerdo con la ecuación 11, el caudal de la bomba jockey es 2,58 gpm.

$$Q_{\text{BJOCKEY}} = 258,76 \cdot 0,01$$

$$Q_{\text{BJOCKEY}} = 2,58 \text{ gpm}$$

Figura 5 Curva de bomba jockey [20]



3.16 Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento de agua

El cálculo del volumen del tanque para el almacenamiento de agua necesaria para nuestro sistema contra incendio se determina mediante la ecuación (12).

$$V_T = 31051,2 \text{ galones}$$

$$V_T = 117,5 \text{ m}^3$$

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Experiencia

Partiendo con el cumplimiento de la norma internacional NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION en su código 13, que ofrece una acertada información para determinar los parámetros imprescindibles que se necesita para la extinción de incendios. Se determinó que para un taller de automotriz donde se encuentra expuesto a riesgos bajos, moderados y altos, se debe separar por áreas para determinar el número de rociadores de acuerdo con el riesgo, el área de cobertura de los rociadores, el caudal mínimo en cada área y la presión mínima necesaria. El taller se divide en secciones: a,b,c y d.

4.2 Resultados de riesgos por secciones

Los riesgos son analizados bajo la norma NFPA 13.

4.2.1 Sección A

En esta sección se encuentran las áreas de mecánica, alineamiento y dirección como se muestra en la figura 6.

Área de mecánica

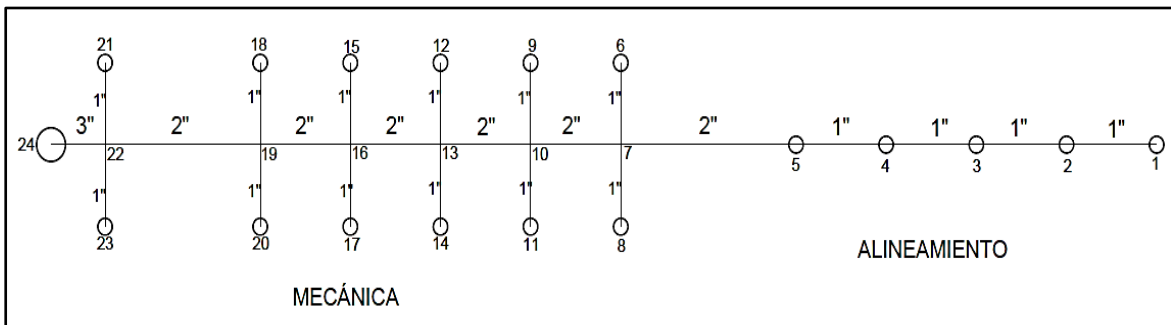
Los riesgos presentes en dicho ambiente son: aceites, cauchos y máquinas eléctricas (clase B, C, D y K) y de acuerdo con la tabla 7, clasificación de riesgos, el área de mecánica se ubica en: Ocupaciones Riesgo Ordinario Grupo II OHO-02.

- El número de rociadores que se requiere es de 10 unidades. La distribución de los

rociadores es desde el número 6 hasta el 20 como se muestra en la figura 6.

- El área de cobertura de los rociadores es de 117 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 20.98 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 14.03 psi.
- La tubería principal es de 2", mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

Figura 6: Sección A – Mecánica y Alineamiento



Área de alineamiento y dirección

El principal riesgo presente en el área son los cauchos de las llantas (clase A) y de acuerdo con la tabla 7 clasificaciones de riesgos, el área de alineamiento se encuentra en: Ocupaciones Riesgo Ordinario Grupo I OHO-01.

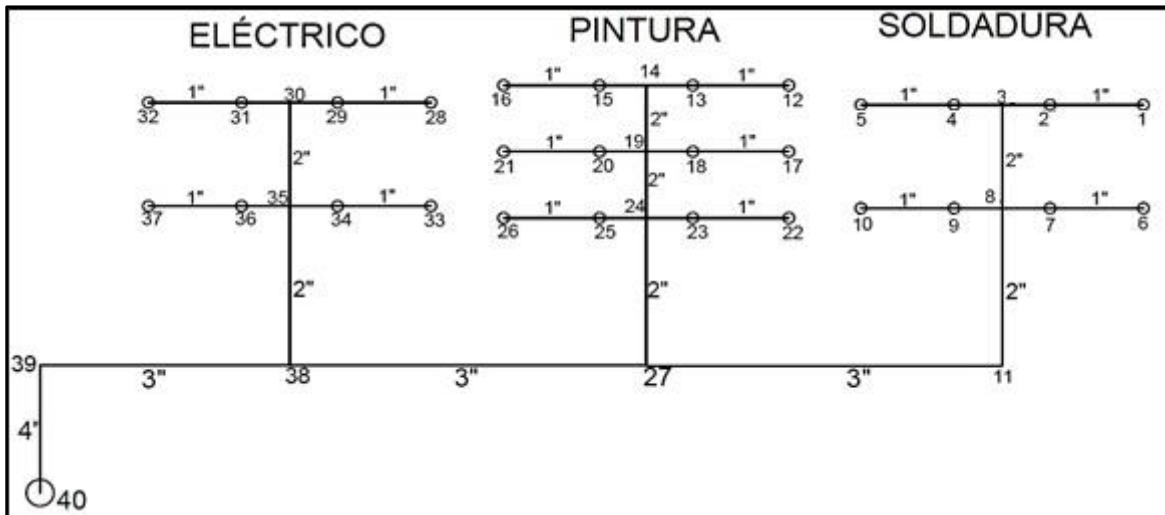
- El número de rociadores que se requiere es de 5 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 1 hasta el 5 como se muestra en la figura 6.
- El área de cobertura de los rociadores es de 117 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 12.64 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 10.08 psi.
- La tubería que alimenta al área de alineamiento es de 2", mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

En la sección A se ubican 15 rociadores para extinguir el incendio con un caudal mínimo de 33.62 gpm y una presión de 24.11 psi.

4.2.2 Sección B

En esta sección se encuentran las áreas de mantenimiento eléctrico, pintura y soldadura. como se muestra en la figura 7

Figura 7: Sección B – Mantenimiento Eléctrico, Pintura y Soldadura



Área de mantenimiento eléctrico

Los riesgos presentes en el área son: metales, aceites, cauchos y máquinas eléctricas (clase B, C, D y K) y de acuerdo con la tabla 7 clasificación de riesgos, el área de mantenimiento eléctrico se ubica en: Ocupaciones Riesgo Ordinario-Grupo II OHO-02.

- El número de rociadores que se requiere es de 8 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 28 hasta el 37 como se muestra en la figura 7.
- El área de cobertura de los rociadores es de 99.8 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 29.38 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 27.52 psi.
- La tubería principal es de 3", dicha tubería se reduce a una tubería de 2" que se conecta al área de mantenimiento eléctrico, mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

Área de pintura

Los riesgos potenciales en el cuarto son: pintura, líquidos inflamables, gases inflamables, cauchos y máquinas eléctricas (clase A, B, C, D y K) y de acuerdo con la tabla 7

clasificación de riesgos, al área de pintura se ubica en: Ocupaciones Riesgo Extra-Grupo II EHO-02.

- El número de rociadores que se requiere es de 12 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 12 hasta el 26 como se muestra en la figura 7.
- El área de cobertura de los rociadores es de 99.8 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 58.76 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 110 psi.
- La tubería principal es de 3", dicha tubería se reduce a una tubería de 2" que se conecta al área de pintura, mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

Área de soldadura

Los riesgos potenciales en el ambiente son: líquidos inflamables, gases inflamables, cauchos y maquinas eléctricas (clase B, C y D) y de acuerdo con la tabla 7 clasificación de riesgos, al área de soldadura se ubica en: Ocupaciones Riesgo Ordinario-Grupo II OHO-02.

- El número de rociadores que se requiere es de 8 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 1 hasta el 10 como se muestra en la figura 7.
- El área de cobertura de los rociadores es de 99.8 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 29.38 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 27.52 psi.
- La tubería principal es de 3", la tubería que conecta al área de soldadura es de 2", mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

En la sección B se ubican 28 rociadores para extinguir el incendio, se requiere un caudal mínimo de 117.52 gpm y una presión de 165.04 psi.

4.2.3 Sección C

En esta sección se encuentran las áreas de almacén y sala de espera como se muestra en la figura 8

Figura 8: Sección C– Almacén, Sala de Espera



Área de almacén

Los riesgos presentes en ambiente son: gases comprimidos, pintura, aceites, cauchos y maquinas eléctricas (clase A, B, C, D y K) y de acuerdo con la tabla 7 clasificación de riesgos, el área de almacén de ubica en: Ocupaciones Riesgo Extra-Grupo II EHO-02

- El número de rociadores que se requiere es de 5 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 1 hasta el 5 como se muestra en la figura 8
- El área de cobertura de los rociadores es de 42.24 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 8.07 gpm.

- La presión mínima que se requiere es 6.14 psi.
- La tubería principal es de 3", la tubería que conecta al área de almacén es de 2", mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

Área de sala de espera

El principal riesgo presente en el ambiente es: maquinas componentes eléctricos (clase C) y de acuerdo con la tabla 7 clasificación de riesgos, el área de sala de espera se ubica en: Ocupaciones de Riesgo Ligerio LHO.

- El número de rociadores que se requiere es de 2 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 6 hasta el 7 como se muestra en la figura 8.
- El área de cobertura de los rociadores es de 27.84 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 9.2 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 7.98 psi.
- La tubería principal es de 3", la tubería que conecta al área de sala de espera es de 2", mientras que los tubos de los rociadores son de 1".

En la sección C se ubican 7 rociadores para extinguir el incendio con un caudal mínimo de 17.27 gpm y una presión de 14.12 psi.

4.2.4 Sección D

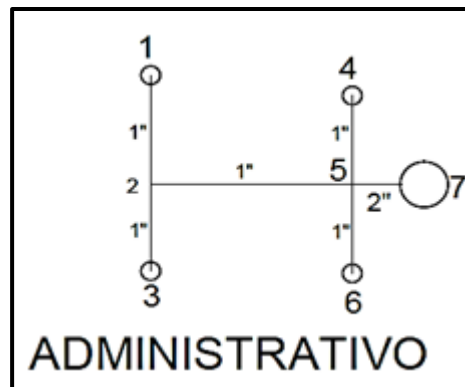
En esta sección se encuentra el área de oficinas administrativas como se muestra en la figura 9.

Área de oficinas administrativas

Los riesgos presentes en el ambiente son: combustibles de clase A como B y de acuerdo con la tabla 7 clasificación de riesgos, el área de oficinas administrativas se ubica en: Ocupaciones de Riesgo Ligerio LHO.

- En número de rociadores que se usará en el área es de 2 unidades. La distribución de los rociadores es desde el número 1 hasta el 3 como se muestra en la figura 9.
- El área de cobertura de los rociadores es de 27.84 m².
- El caudal mínimo que se requiere es 8.41 gpm.
- La presión mínima que se requiere es 6.63 psi.
- La tubería principal es de 2", mientras que los tubos que ingresan al área de oficinas y a los rociadores son de 1".

Figura 9: Sección D Oficinas administrativas



CONCLUSIONES

1. Se diseña un sistema contraincendios para un taller automotriz de vehículos livianos que extinguirá cualquier tipo de fuego de una forma eficiente en cualquier área del taller.
2. Mediante cálculos matemáticos se determinó las características óptimas de las tuberías y rociadores de acuerdo con la norma NFPA 13, para cumplir con un sistema contraincendios eficiente para la instalación, operación, mantenimiento y funcionamiento del mismo.
3. Se realizó una correcta selección de electrobombas, fundamentándose en la Norma NFPA 20, tanto en la bomba principal como la secundaria, cuyas características cumplen con la presión y caudal requerido para el sistema contra incendios
4. Se diseña el plano del taller automotriz en software Autocad, para la adecuada distribución de los rociadores, tuberías y ubicación del cuarto de bombas acuerdo con las dimensiones de cada área.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a normas internacionales como nacionales para garantizar el funcionamiento correcto del sistema contra incendios.
2. Se recomienda la validación de los resultados mediante un software de simulación, por otro lado, los datos que se ingresen al software deben ser exactos para un correcto diseño.
3. El presente estudio se ha enfocado en el diseño del sistema contra incendio para un taller de vehículos livianos, por lo que el presente trabajo queda abierto para poder seguir avanzando con estudios enfocando en vehículos de transporte público y vehículos de carga pesada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. S. M. Nour y A. A. S. Aldeen, "Design of Firefighting System for Elneelain Towers." B.sc Thesis, University of Khartoum , Jartum , Sudan, 2015.
- [2] A. Häggkvist, "Fixed Fire Fighting Systems in road tunnels" , D Master thesis, Luleå University of Technology, Luleå, Suecia , 2009.
- [3] L. De-pin y C. Zu-ming, " Numerical Simulation of Water Mist Fire Suppression Technology " , Procedia Eng., vol. 11, pp. 205-209, 2011.
- [4] H.M Iqlab Mahmud, "Simulation of the suppression of fires using water mists ", Ph. D, Victoria University, Tennessee, United States, 2016
- [5] S.-P. Ho, "Water Spray Suppression and Intensification of High Flash Point Hydrocarbon Pool Fires" Ph.D, Worcester polytechnic institute, Massachusetts, United States, 2003.
- [6] T. Chen, X. Fu, Z. Bao, J. Xia, y R. Wang, " Experimental Study on the Extinguishing Efficiency of Compressed Air Foam Sprinkler System on Oil Pool Fire " , Procedia Eng., vol. 211, pp. 94-103, 2018.
- [7] J. Arizon, "The application of expansion foam on liquefied natural gas (LNG) to suppress LNG vapor and LNG pool fire thermal radiation ", Ph.D, Universidad de Texas A&M, Texas, United States, 2008
- [8] J. Cheng y M. Xu, "Experimental Research of Integrated Compressed Air Foam System of Fixed (ICAF) for Liquid Fuel " , Procedia Eng., vol. 71, pp. 44-56, 2014.
- [9] A. ur Rahman, M. T. Zahura, y A. Rezwana, " Simplified Design and Fabrication of Water Sprinkler System: A Survey Based Analysis " , Procedia Eng., vol. 90, pp. 692-697, 2014.
- [10] Y. Zhang, M. Zhang, y C. Qian, "System dynamics analysis for petrochemical enterprise fire safety system " , Procedia Eng., vol. 211, pp. 1034-1042, 2018.
- [11] V. M. Popov, V. A. Babenko, A. I. Bril, V. P. Kabashnikov, V. Mourachko, y L. Nikolaychik, " Numeric simulation of non-steady flow of liquid in dry pipe fire protection systems of tree type topology " , Appl. Math. Model., vol. 37, n.º 9, pp. 6276-6283, may 2013.

- [12] N. F. Torres Córdova, " Diseño de protección contra incendio con base a extinción automática para el edificio aquinate de la Universidad Santo Tomás" ,Universidad Santo Tomás, Bogota, Colombia 2016.
- [13] E.C.Carbonell Alférez y L. Navarro Moreno," Diseño y comparación de dos instalaciones fijas contra incendios en un buque portacontenedores",Barcelona, Espana,2014
- [14] M.V Fuentes Orozco," Organización de un taller de servicio automotriz",Universidad San Carlos de Guatemala Ciudad de Guatemala, Guatemala,2004
- [15] D.M.Campoverde Naranjo, L.S.Pesántez Verdezoto, F.Achundia Valencia," Diseño de un sistema contra incendio con rociadores automáticos y cajetines de mangueras para un edificio de oficinas",Escuela Superior Técnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador,2011.
- [16] M.A.Blanco Duarte, J.F.Mártinez Jamaica ,"Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes internas de edificaciones",Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2016.
- [17] Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares, El Peruano, 2006.
- [18] Metodología de ingeniería de diseño, Norma VDI 2225, 2003.
- [19] Catalogo de curvas de rendimiento de bombas, Bombas Aurora, Estados Unidos, 2001.
- [20] Catalogo de bombas centrifugas multicelulares verticales,Grundfos, Dinamarca.
- [21] Norma para la instalación de sistemas de rociadores, Estados Unidos, 2006
- [22] G. A. Yungán , Diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios basados en el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios para la empresa AXXIS Hospital S.A., Quito, 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE INVESTIGACIÓN



ANEXO 4

FICHA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD: Ingeniería
CARRERA: Ingeniería Mecánica

1. Título del Trabajo de Investigación propuesto
Diseño de un sistema contra incendios para un taller automatizado de vehículos livianos
2. Indica la o las competencias del modelo del egresado que serán desarrolladas fundamentalmente con este Trabajo de Investigación:
Energía
3. Número de alumnos a participar en este trabajo. (máximo 2)
Número de alumnos: 2
4. Indica si el trabajo tiene perspectivas de continuidad, después de obtenerse el Grado Académico de Bachiller, para seguirlo desarrollando para la titulación por la modalidad de Tesis o no.
Si
5. Enuncia 4 o 5 palabras claves que le permitan realizar la búsqueda de información para el Trabajo en Revistas Indizadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SciELO, etc., desde el comienzo del curso y obtener así información de otras fuentes especializadas.
Ejemplo:

Palabras Claves	REPOSITORIO 1	REPOSITORIO 2	REPOSITORIO 3
1.- <u>Contra incendios</u>	<u>Openthesis</u>	<u>OATD</u>	<u>Scienca direct</u>
2.- <u>Diseño</u>	<u>Diya</u>	<u>Science direct</u>	
3.- <u>Taller automatizado</u>	<u>Univ. San Carlos de Guatemala</u>		
4.- <u>Vehículos livianos</u>	<u>El Peruano</u>		
5.-			

6. Como futuro asesor de investigación para titulación colocar:
(Indique sus datos personales)
 - a. Nombre: _____
 - b. Código docente: _____
 - c. Correo institucional: _____
 - d. Teléfono: _____
7. Especifica si el Trabajo de Investigación:
(Marca con un círculo la que corresponde, puede ser más de una)
 - a. Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP.
 - b. Está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización.
 - c. Forma parte de un contrato de servicio a terceros.

d. Corresponde a otro tipo de necesidad o causa (explicar el detalle):

El motivo de este trabajo es la necesidad de diseñar un sistema contra incendios seguro, eficiente y moderno que la función principal sea la extinción de incendios y en consecuencia evitar la muerte de la personas, ya que los actuales sistemas contra incendios solo se diseñan para evitar que el fuego se propague

8. Explica de forma clara y comprensible los objetivos o propósitos del trabajo de investigación

Objetivo General: Diseñar un sistema contra incendios para un taller automotriz de vehículos livianos. Objetivo Específicos: Determinar los requerimientos del sistema contra incendios. Determinar el sistema de extinción de incendios para el taller automotriz de vehículos livianos. Dibujar el plano del taller automotriz en el software autocad

9. Brinde una primera estructuración de las acciones específicas que debe realizar el alumno para que le permita iniciar organizadamente su trabajo

10. Incorpora todas las observaciones y recomendaciones que consideres de utilidad para el alumno y a los profesores del curso con el fin de que desarrollen con éxito todas las actividades

11. Fecha y docente que propone la tarea de investigación

Fecha de elaboración de ficha (día/mes/año): _____/_____/_____

Docente que propone la tarea de investigación: _____

12. Esta Ficha de Tarea de Investigación ha sido aprobada como Tarea de Investigación para el Grado de Bachiller en esta carrera por:

(Sólo para ser llenada por la Facultad)

Nombre: _____

Código: _____

Cargo: _____

Fecha de aprobación de ficha (día/mes/año): _____/_____/_____

ANEXO 2: TABLAS, CATALOGOS, CALCULOS

Anexo 2.1 Dimensiones de tubería de acero NFPA-13 Cedula 40

Diámetro nominal del tubo	Cedula 40					
	Diámetro externo		Diámetro Interno		Espesor de la pared	
	Pulgada	(mm)	Pulgada	(mm)	Pulgada	(mm)
1/2	0.840	21.3	0.622	15.8	0.109	2.8
3/4	1.050	26.7	0.824	21.0	0.113	2.9
1	1.315	33.4	1.049	26.6	0.133	3.4
1 1/4	1.660	42.2	1.380	35.1	0.140	3.6
1 1/2	1.900	48.3	1.610	40.9	0.145	3.7
2	2.375	60.3	2.067	52.5	0.154	3.9
2 1/2	2.875	73.0	2.469	62.7	0.203	5.2
3	3.500	88.9	3.068	77.9	0.216	5.5
3 1/2	4.000	101.6	3.548	90.1	0.226	5.7
4	4.500	114.3	4.026	102.3	0.237	6.0
5	5.563	141.3	5.047	128.2	0.258	6.6
6	6.625	168.3	6.065	154.1	0.280	7.1
8	8.625	219.1	-	-	-	-
10	10.75	273.1	-	-	-	-

Anexo 2.2 Coeficiente de pérdidas menores para accesorios NFPA-13

Accesorio	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de ángulo, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Válvula de compuerta, con $\frac{3}{4}$ de apertura	1– 1.15
Válvula de compuerta, con $\frac{1}{2}$ de apertura	5.6
Válvula de compuerta, con $\frac{1}{4}$ de apertura	24
Codo de radio corto ($r/d = \pm 1$)	0.9
Codo de radio mediano	0.75- 0.80
Codo de gran radio ($r/d = \pm 1.5$)	0.6
Codo de 45°	0.4 – 0.42
Retorno (Curva en U)	2.2
Tee en sentido recto	0.3
Tee a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3
Ye de 45°, en sentido lateral	0.8

Anexo 2.3 Distancia máxima entre soportes NFPA-13

Diámetro nominal de tubería	Máxima distancia entre soportes (ft)								
	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6
Pulgada									
Tubo acero	N/A	12	12	15	15	15	15	15	15
Tubo roscado	N/A	12	12	12	12	12	12	N/A	N/A
Tubería Cobre	8	8	8	12	12	12	15	15	15

Anexo 2.4 Diámetro de varilla de los soportes NFPA -13

Diámetro tubería	Diámetro de varillas de soportes	
	Pulgada	Milímetro
≤ 4	3/8	9.5
5-6-8	1/2	12.7
10-12	5/8	15.9

Anexo 2.5 Diámetro de tuberías para bombas NFPA-13

Capacidad (gpm)	Tamaño mínimo de la tubería				
	Succión (Pulg.)	Descarga (Pulg.)	Válvula de alivio (Pulg.)	Descarga de válvula de alivio (Pulg.)	Cantidad y tamaño de válvula de manguera (Pulg.)
25	1	1	3/4	1	1 – 1 1/2
50	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/2	1 – 1 1/2
100	2	2	1 1/2	2	1 – 2 1/2
150	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	1 – 2 1/2
200	3	3	2	2 1/2	1 – 2 1/2
250	3 1/2	3 1/2	2	2 1/2	1 – 2 1/2
300	4	4	2 1/2	3 1/2	1 – 2 1/2
400	4	4	3	5	2 – 2 1/2
450	5	5	3	5	2 – 2 1/2
500	5	5	3	5	2 – 2 1/2
750	6	6	4	6	3 – 2 1/2
1000	8	8	4	8	4 – 2 1/2
1250	8	8	6	8	6 – 2 1/2
1500	8	8	6	8	6 – 2 1/2
2000	10	10	6	10	8 – 2 1/2
2500	10	10	6	10	12-2 1/2

Anexo 2.6 Código de rociadores y valores Catalogo John Brooks Company Limited

Galones por minuto					Ángulo de rociado		Tamaño de la capacidad	Número de código	Diámetro del orificio aproximado (pulgada)
30 Psi	40 Psi	60 Psi	100 Psi	200 Psi	40 Psi	80 Psi			
				0.83			.37		
			0.79	1.1			.5		
			0.95	1.3		35	.6	206	0.016
		0.58	1.2	1.7	40	55	.75		
	1.0	1.2	1.6	2.2	45	62	1	210	0.020
1.3	1.5	1.8	2.4	3.4	65	70	1.5	216	0.020
1.7	2	2.5	3.2	4.5	70	75	2	216	0.028
2.2	2.5	3.1	4.0	5.7	70	72	2.5		
2.6	3.0	3.7	4.7	6.7	65	70	3	220	0.038
3.5	4.0	4.9	6.3	9.0	72	81	4	220	0.042
5.2	6.0	7.3	9.5	13.4	73	79	6	225	0.042
6.9	8.0	9.8	12.6	17.9	85	89	8	225	0.060
8.6	10.0	12.2	15.8	22.0	82	84	10	420	0.064
10.4	12.0	14.7	19.0	27.0	78	82	12	420	0.076
12.1	14.0	17.1	22.0	31.0	85	88	14	421	0.076
15.6	18.0	22.0	29.0	40.0	81	84	18	422	0.076
19.1	22.0	27.0	35.0	49.0	70	72	22	625	0.076
23.0	26.0	32.0	41.0	58.0	73	74	26	625	0.086

4

ASTM A312 / ASME SA312

TUBERÍAS CON COSTURA ACERO INOXIDABLE (WELDED PIPE)



Tuberías con pruebas de presión hidrostática para conducción de fluidos a altas y bajas temperaturas para la industria minera, petrolera, agrícola, química, eléctrica, etc.

NPS (Pulg)	TP 304 / 304L			TP 316/316 L	
	SCH 5S	SCH 10S	SCH 40S	SCH 10S	SCH 40S
1/4"	*	*	*		*
3/8"		*	*		*
1/2"		*	*	*	*
3/4"		*	*	*	*
1"		*	*	*	*
1 1/4"		*	*	*	*
1 1/2"	*	*	*	*	*
2"	*	*	*	*	*
2 1/2"	*	*	*		*
3"	*	*	*	*	*
3 1/2"		*			
4"	*	*	*	*	*
5"	*	*	*		*
6"	*	*	*	*	*
8"	*	*	*	*	*
10"	*	*	*	*	*
12"		*	*	*	*
14"		*	*	*	
16"		*	*	*	
18"		*			
20"	*				
22"				*	

* Otras dimensiones a pedido

* Longitud de pieza: 6.00 m

Anexo 2.8 Cálculos y resultados hidráulicos

AREA: SOLDADURA- PINTURA- ELÉCTRICA- 01										
#	Nodo	Factor	Eleva	Desc.	Presión	Diam nom (in)	Q (gpm)	(psi/ft)	Long tubo	PF (psi)
	Inicio	K	feet	roc/m ng	Residual	Diam Int (in)	Vel (ft/s)	acc	LE acc	PE (psi)
	Fin	Nodo		(gpm)	(psi)	Valor C		gpo	Long tot	PV (psi)
1-2	1	5.6	18	21	14.06	1	21	0.14	3.5	1.21
	2	5.6	18	21	15.27	1.049	7.80	T	5	0
						120			8.5	0.41
2-3	2	5.6	18	21	15.27	1	42	0.51	1.73	3.46
	3	0	18	0	18.73	1.049	15.59	T	5	0
						120			6.73	1.64
3-4	3	0	18	0	18.73	1	63	1.09	1.73	7.32
	4	5.6	18	21	26.04	1.049	23.39	T	5	0
						120			6.73	3.68
4-5	4	5.6	18	21	26.04	1	84	1.85	3.5	15.73
	5	5.6	18	21	41.78	1.049	31.18	T	5	0
						120			8.5	6.54
3-8	3	0	18	0	18.73	2	63	0.04	3.9	0.56
	8	0	18	0	19.28	2.067	6.02	T	10	0
						120			13.90	0.24
6-7	6	5.6	18	21	14.06	1	105	2.80	3.5	23.77
	7	5.6	18	21	37.84	1.049	38.98	T	5	0
						120			8.50	10.22
7-8	7	5.6	18	21	37.84	1	126	3.92	1.73	26.37
	8	0	18	0	64.21	1.049	46.77	T	5	0
						120			6.73	14.72
8-9	8	0	18	0	64.21	1	147	5.21	1.73	35.08
	9	5.6	18	21	99.29	1.049	54.57	T	5	0
						120			6.73	20.04
9-10	9	5.6	18	21	99.29	1	168	6.6727	3.5	56.7176
	10	5.6	18	21	156.01	1.049	62.37	T	5	0
						120			8.50	26.18
8-11	8	0	18	0	64.21	2	147	0.19	6	3.07
	11	0	18	0	67.28	2.067	14.05	T	10	0
						120			16	1.33
12-13	12	5.6	18	30	28.70	1	177	7.35	3.5	62.47
	13	5.6	18	30	91.17	1.049	65.71	T	5	0
						120			8.5	29.06
13-14	13	5.6	18	30	91.17	1	207	9.82	1.73	66.07
	14	0	18	0	157.24	1.049	76.84	T	5	0
						120			6.73	39.74
14-15	14	0	18	0	157.24	1	237	12.61	1.73	84.87
	15	5.6	18	30	242.11	1.049	87.98	T	5	0
						120			6.73	52.09
15-16	15	5.6	18	30	242.11	1	267	15.72	3.5	212.25
	16	5.6	18	30	454.37	1.049	99.12	T	10	0
						120			13.5	66.12
14-19	14	0	18	0	157.24	2	237	0.46	2.5	5.80
	19	0	18	0	163.04	2.067	22.66	T	10	0
						120			12.50	3.46
17-18	17	5.6	18	30	28.70	1	267	15.72	3.5	133.64
	18	5.6	18	30	162.34	1.049	99.12	T	5	0
						120			8.5	66.12
18-19	18	5.6	18	30	162.34	1	297	19.15	1.73	128.85
	19	0	18	0	291.19	1.049	110.25	T	5	0
						120			6.73	81.81
19-20	19	0	18	0	291.19	1	327	22.88	1.73	153.96
	20	5.6	18	30	445.15	1.049	121.39	T	5	0
						120			6.73	99.17

AREA: SOLDADURA- PINTURA- ELÉCTRICA- 02										
20-21	20	5.6	18	30	445.15	1	357	26.91	3.5	228.73
	21	5.6	18	30	673.89	1.049	132.53	T	5	0
						120			8.5	118.20
19-24	19	0	18	0	291.19	2	327	0.84	2.5	10.51
	24	0	18	0	301.71	2.067	31.27	T	10	0
						120			12.5	6.58
22-23	22	5.6	18	30	28.70	1	357	26.91	3.5	228.73
	23	5.6	18	30	257.43	1.049	132.53	T	5	0
						120			8.50	118.20
23-24	23	5.6	18	30	257.43	1	387	31.24	1.73	210.26
	24	0	18	0	467.69	1.049	143.67	T	5	0
						120			6.73	138.90
24-25	24	0	18	0	257.43	1	417	35.87	1.73	241.40
	25	5.6	18	30	498.84	1.049	154.80	T	5	0
						120			6.73	161.27
25-26	25	5.6	18	30	498.84	1	447	40.79	3.5	346.71
	26	5.6	18	30	845.55	1.049	165.94	T	5	0
						120			8.5	185.31
24-27	24	0	18	0	257.43	2	417	1.32	6	21.10
	27	0	18	0	278.54	2.067	39.87	T	10	0
						120			16.00	10.70
28-29	28	5.6	18	21	14.06	1	438	39.28	3.4	329.98
	29	5.6	18	21	344.04	1.049	162.60	T	5	0
						120			8.4	177.92
29-30	29	5.6	18	21	344.04	1	459	42.84	1.8	291.30
	30	0	18	0	635.34	1.049	170.39	T	5	0
						120			6.8	195.39
30-31	30	0	18	0	635.34	1	480	46.53	1.8	316.43
	31	5.6	18	21	951.77	1.049	178.19	T	5	0
						120			6.80	213.68
31-32	31	5.6	18	21	951.77	1	501	50.37	3.4	423.11
	32	5.6	18	21	1374.88	1.049	185.99	T	5	0
						120			8.4	232.78
30-35	30	0	18	0	635.34	2	480	1.71	3.9	23.78
	35	0	18	0	659.12	2.067	45.89	T	10	0
						120			13.9	14.17
33-34	33	5.6	18	21	14.06	1	501	50.37	3.4	423.11
	34	5.6	18	21	437.17	1.049	185.99	T	5	0
						120			8.40	232.78
34-35	34	5.6	18	21	437.17	1	522	54.35	1.8	369.55
	35	0	18	0	806.73	1.049	193.78	T	5	0
						120			6.8	252.71
35-36	35	0	18	0	806.73	1	543	58.46	1.8	397.53
	36	5.6	18	21	1204.25	1.049	201.58	T	5	0
						120			6.8	273.45
36-37	36	5.6	18	21	1204.25	1	564	62.71	3.4	526.77
	37	5.6	18	21	1731.02	1.049	209.37	T	5	0
						120			8.40	295.01
35-38	35	5.6	18	0	806.73	2	543	2.15	6	34.39
	38	5.6	18	0	841.12	2.067	51.92	T	10	0
						120			16	18.14
11-27	11	0	18	0	223.28	3	147	0.03	13.1	0.79
	27	0	18	0	224.07	3.068	6.38	T	15	0
						120			28.1	0.27
27-38	27	0	18	0	224.07	3	564	0.34	13	9.43
	38	0	18	0	233.50	3.068	24.48	T	15	0
						120			28.00	4.03
38-39	38	0	18	0	233.50	3	1107	1.17	9.1	28.27
	39	0	18	0	261.77	3.068	48.04	T	15	0
						120			24.1	15.53
39-40	39	0	18	0	261.77	4	1107	0.31	7.85	5.57
	40	0	18	0	267.35	4.026	27.90	E	10	0
						120			17.85	5.24

AREA: ALINEAMIENTO- MECANICA- CUARTO BOMBAS

#	Nodo	Factor	Eleva	Desc.	Presión	Diam nom (in)	Q (gpm)	(psi/ft)	Long tubo	PF (psi)
	Inicio Fin	K Nodo	feet	roc/m ng (gpm)	Residual (psi)	Diam Int (in) Valor C	Vel (ft/s)	acc gpo	LE acc Long tot	PE (psi) PV (psi)
1-2	1	5.6	18	16	8.16	1	16	0.09	2.5	0.65
	2	5.6	18	16	8.81	1.049	5.94	T	5	0
						120			7.5	0.24
2-3	2	5.6	18	16	8.81	1	32	0.31	2.5	2.33
	3	5.6	18	16	11.14	1.049	11.88	T	5	0
						120			7.50	0.95
3-4	3	5.6	18	16	11.14	1	48	0.66	2.5	4.93
	4	5.6	18	16	16.07	1.049	17.82	T	5	0
						120			7.50	2.14
4-5	4	5.6	18	16	16.07	1	64	1.12	2.5	8.39
	5	5.6	18	16	24.46	1.049	23.76	T	5	0
						120			7.5	3.80
5-7	5	5.6	18	16	24.46	2	80	0.06	4.86	0.92
	7	0	18	0	25.39	2.067	7.65	T	10	0
						120			14.86	0.39
6-7	6	5.6	18	21	14.06	1	101	2.60	1.95	18.09
	7	0	18	0	32.15	1.049	37.49	T	5	0
						120			6.95	9.46
7-8	7	0	18	0	32.15	1	122	3.69	1.95	25.66
	8	5.6	18	21	57.81	1.049	45.29	T	5	0
						120			6.95	13.80
7-10	7	0	18	0	32.15	2	122	0.14	2.5	1.70
	10	0	18	0	33.85	2.067	11.66	T	10	0
						120			12.5	0.92
9-10	9	5.6	18	21	14.06	1	143	4.9528	1.95	34.4218
	10	0	18	0	48.48	1.049	53.09	T	5	0
						120			6.95	18.96
10-11	10	0	18	0	48.48	1	164	6.38	1.95	44.35
	11	5.6	18	21	92.84	1.049	60.88	T	5	0
						120			6.95	24.94
10-13	10	0	18	0	48.48	2	164	0.23	2.5	2.93
	13	0	18	0	51.42	2.067	15.68	T	10	0
						120			12.5	1.65
12-13	12	5.6	18	21	14.06	1	185	7.98	1.95	55.43
	13	0	18	0	69.49	1.049	68.68	T	5	0
						120			6.95	31.74
13-14	13	0	18	0	69.49	1	206	9.73	1.95	67.63
	14	5.6	18	21	137.12	1.049	76.47	T	5	0
						120			6.95	39.36
13-16	13	0	18	0	69.49	2	206	0.36	2.5	4.47
	16	0	18	0	73.96	2.067	19.70	T	10	0
						120			12.5	2.61
15-16	15	5.6	18	21	14.06	1	227	11.64	1.95	80.93
	16	0	18	0	94.99	1.049	84.27	T	5	0
						120			6.95	47.79
16-17	16	0	18	0	94.99	1	248	13.72	1.95	95.32
	17	5.6	18	21	190.32	1.049	92.06	T	5	0
						120			6.95	57.04
16-19	16	0	18	0	94.99	2	248	0.50	2.5	6.30
	19	0	18	0	101.30	2.067	23.71	T	10	0
						120			12.5	3.78
18-19	18	5.6	18	21	14.06	1	269	15.94	1.95	110.79
	19	0	18	0	124.85	1.049	99.86	T	5	0
						120			6.95	67.11
19-20	19	0	18	0	124.85	1	290	18.32	1.95	127.32
	20	5.6	18	21	252.17	1.049	107.66	T	5	0
						120			6.95	78.00
19-22	19	0	18	0	124.85	2	290	0.67	4.3	9.63
	22	0	18	0	134.49	2.067	27.73	T	10	0
						120			14.3	5.17
21-22	21	5.6	18	16	8.16	1	306	20.23	1.95	140.62
	22	0	18	0	148.78	1.049	113.60	T	5	0
						120			6.95	86.84
22-23	22	0	18	0	148.78	1	322	22.23	1.95	154.52
	23	5.6	18	16	303.31	1.049	119.54	T	5	0
						120			6.95	96.16
22-24	22	0	18	0	148.78	3	322	0.12	1.5	1.02
	24	0	18	0	149.80	3.068	13.97	E	7	0
						120			8.5	1.31

AREA: ALMACEN- AREA DE ESPERA

#	Nodo	Factor	Eleva	Desc.	Presión	Diam nom (in)	Q (gpm)	(psi/ft)	Long tubo	PF (psi)
	Inicio	K	feet	roc/m ng	Residual	Diam Int (in)	Vel(ft/s)	acc	LE acc	PE (psi)
	Fin	Nodo		(gpm)	(psi)	Valor C		gpo	Long tot	PV (psi)
1-2	1	5.6	18	15	7.17	1	15	0.08	1.58	0.50
	2	5.6	18	15	7.68	1.049	5.57	T	5	0
						120			6.58	0.21
2-3	2	5.6	18	15	7.68	1	30	0.28	1.58	1.81
	3	5.6	18	15	9.49	1.049	11.14	T	5	0
						120			6.58	0.83
3-4	3	5.6	18	15	9.49	1	45	0.58	1.58	3.84
	4	5.6	18	15	13.33	1.049	16.71	T	5	0
						120			6.58	1.88
4-5	4	5.6	18	15	13.33	1	60	0.99	1.58	6.54
	5	5.6	18	15	19.86	1.049	22.27	T	5	0
						120			6.58	3.34
5-6	5	5.6	18	15	19.86	2	75	0.06	2.95	0.71
	6	5.6	18	15	20.58	2.067	7.17	T	10	0
						120			12.95	0.35
6-7	6	5.6	18	15	7.17	2	90	0.08	1.4	0.88
	7	0	18	0	8.06	2.067	8.61	T	10	0
						120			11.40	0.50
7-8	7	0	18	0	8.06	2	105	0.10	1.4	1.17
	8	5.6	18	15	9.23	2.067	10.04	T	10	0
						120			11.4	0.68
7-9	7	0	18	0	8.06	3	105	0.02	5.54	0.31
	9	0	18	0	8.36	3.068	4.56	T	15	0
						120			20.54	0.14

AREA: S.S.H.H

#	Nodo	Factor	Eleva	Desc.	Presión	Diam nom (in)	Q (gpm)	(psi/ft)	Long tubo	PF (psi)
	Inicio	K	feet	roc/m ng	Residual	Diam Int (in)	Vel (ft/s)	acc	LE acc	PE (psi)
	Fin	Nodo		(gpm)	(psi)	Valor C	fps	gpo	Long tot	PV (psi)
1-2	1	5.6	18	8	2.04	1	8	0.02	1.5	0.16
	2	0	18	0	2.20	1.049	2.97	T	5	0
						120			6.5	0.06
2-3	2	0	18	0	2.20	1	16	0.09	1.5	0.56
	3	5.6	18	8	2.76	1.049	5.94	T	5	0
						120			6.50	0.24
2-4	2	0	18	0	2.20	1	16	0.09	8.74	1.18
	4	0	18	0	3.38	1.049	5.94	T	5	0
						120			13.74	0.24

AREA: ADMINISTRATIVA										
#	Nodo	Factor	Eleva	Desc.	Presión	Diam nom (in)	Q (gpm)	(psi/ft)	Long tubo	PF (psi)
	Inicio	K	feet	roc/m ng	Residual	Diam Int (in)	Vel (ft/s)	acc	LE acc	PE (psi)
	Fin	Nodo		(gpm)	(psi)	Valor C		gpo	Long tot	PV (psi)
1-2	1	5.6	18	11	3.86	1	11	0.04	2.15	0.31
	2	0	18	0	4.17	1.049	4.08	T	5	0
						120			7.15	0.11
2-3	2	0	18	0	4.17	1	22	0.16	2.15	1.11
	3	5.6	18	11	5.28	1.049	8.17	T	5	0
						120			7.15	0.45
2-5	2	0	18	0	4.17	1	22	0.16	4.2	1.43
	5	0	18	0	5.59	1.049	8.17	T	5	0
						120			9.20	0.45
4-5	4	5.6	18	11	5.59	1	33	0.33	1.95	2.28
	5	0	18	0	7.88	1.049	12.25	T	5	0
						120			6.95	1.01
5-6	5	0	18	0	7.88	1	44	0.56	1.95	6.69
	6	5.6	18	11	14.57	1.049	16.33	T	10	0
						120			11.95	1.80
5-7	5	0	18	0	7.88	2	44	0.02	1.5	0.24
	7	0	18	0	8.12	2.067	4.21	T	10	0
						120			11.50	0.12

Anexo 2.9 Cálculo y resultado del número de rociadores

Cálculo de numero de rociadores				
	Tipo de Riesgo Ocupacional	Área de diseño	Área de cobertura maxima del rociador	Número de rociadores
Área de soldadura	Riesgo Ordinario 2	1074.7	130	8
Área de pintura	Riesgo Extra 2	1074.7	100	12
Área Electrica	Riesgo Ordinario 2	1074.7	130	8
Servicios Higienicos	Riesgo Leve 1	379.8	225	2
Almacen	Riesgo Extra 2	454.7	100	5
Sala de espera	Riesgo Leve 1	299.7	225	2
Área administrativa	Riesgo Leve 1	444.3	225	2
Cuarto de bombas	Riesgo Ordinario 1	520.5	130	4
Área mecánica	Riesgo Ordinario 2	1259.4	130	10
Área de alineamiento	Riesgo Leve 1	1259.4	225	5
Total de rociadores				58

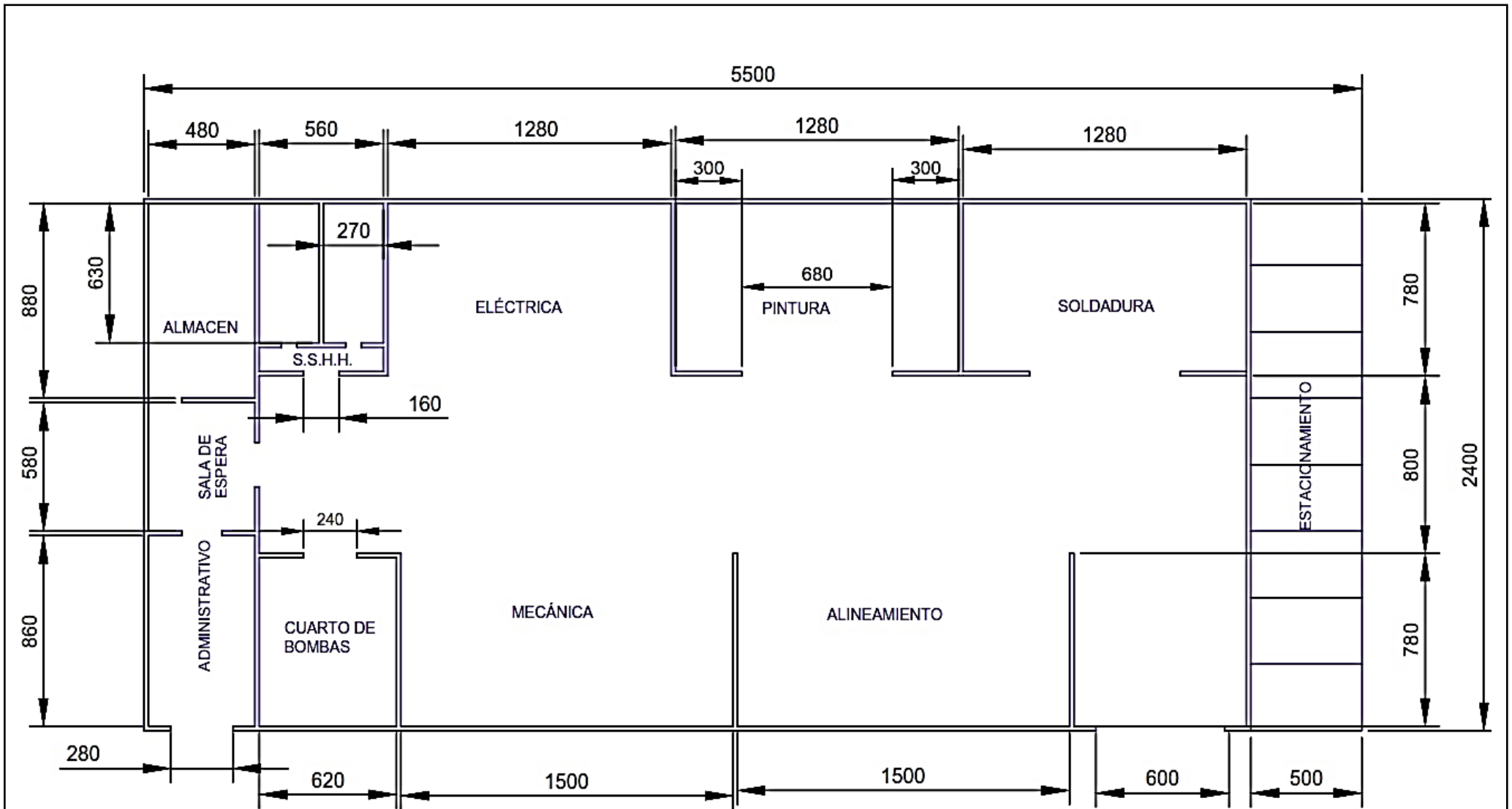
Anexo 2.10 Dimensiones de tubería de acero


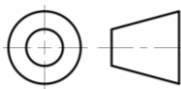
Diámetro nominal de tubería				Cédula 40	
				Diámetro exterior	
Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
1/2	15	0.840	21.3	0.622	15.8
3/4	20	1.050	26.7	0.824	20.9
1	25	1.315	33.4	1.049	26.6
1-1/4	32	1.600	40.6	1.380	35.1
1-1/2	40	1.900	48.3	1.610	40.9
2	50	2.375	60.3	2.067	52.5
2-1/2	65	2.875	73.0	2.469	62.7
3	80	3.500	88.9	3.068	77.9
3-1/2	90	4.000	101.6	3.548	90.1
4	100	4.500	114.3	4.026	102.3
5	125	5.563	141.3	5.047	128.2
6	150	6.625	168.3	6.065	154.1
8	200	8.625	219.1	7.981	202.7
10	250	10.750	273.1	10.200	259.1
12	300	12.750	323.9	11.938	303.2

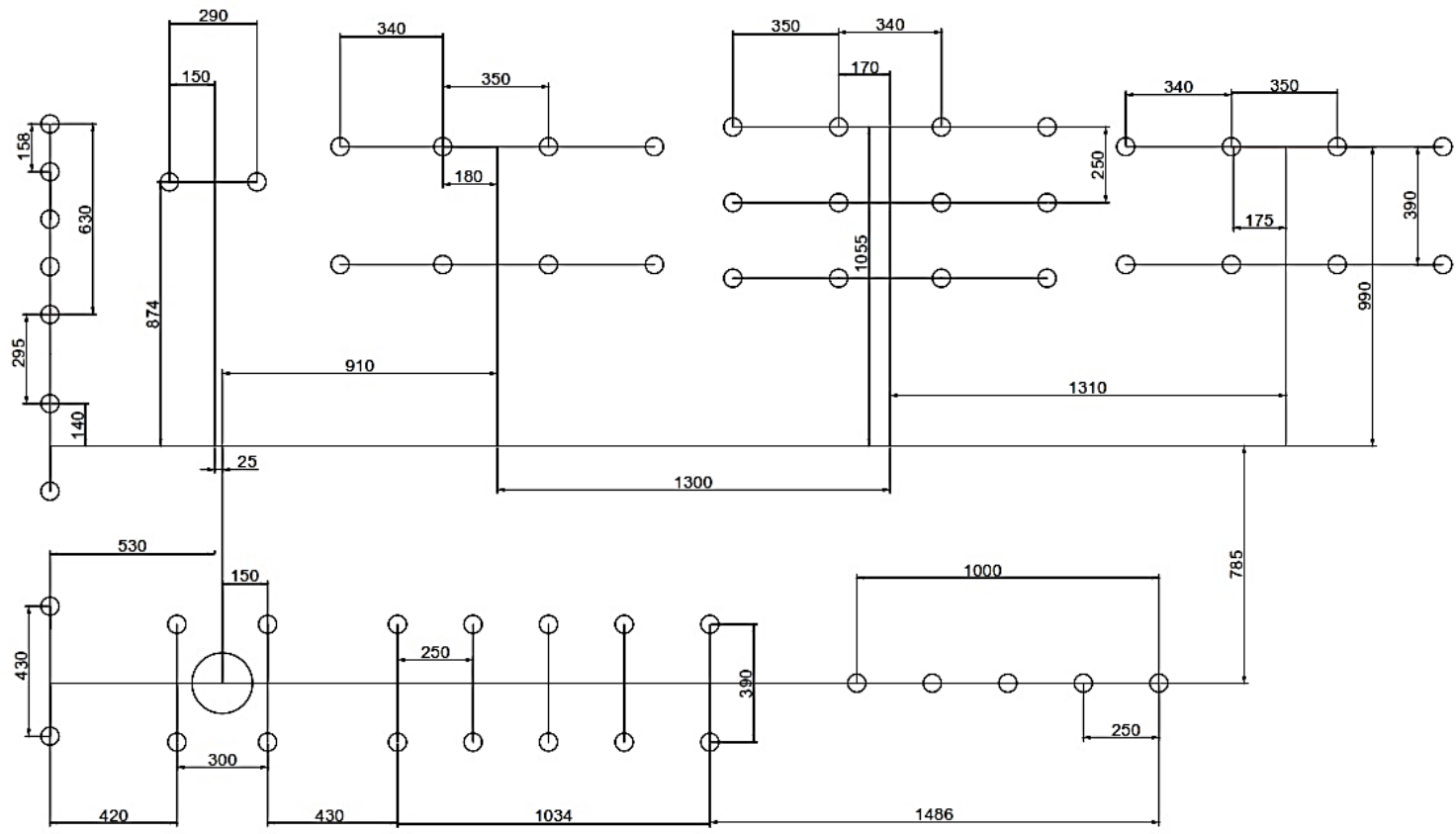
ANEXO 3: PLANOS

Anexo 3.1 Plano del taller automotriz de vehículos livianos.

Anexo 3.2 Plano sistema de rociadores contra incendio.



DIBUJADO POR José Jhojan Osorio Ramos / Jorge Enrique Tello Estrada		TÍTULO TALLER AUTOMOTRIZ DE VEHÍCULOS LIVIANOS							
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ	NORMA	SISTEMA DE PROYECCIÓN		DOCENTE	NOTA				
	ISO A			Guillermo Alejandro Rengifo Abanto Carlos Moises Alvarado De La Portilla					
UNIDADES	cm	FECHA	05/12/19	ESCALA	1:250	SECCION	15283	HOJA N°	01
FACULTAD DE INGENIERÍA									



DIBUJADO POR José Jhojan Osorio Ramos / Jorge Enrique Tello Estrada		TÍTULO SISTEMA DE ROCIADORES CONTRA INCENDIO			
	NORMA	SISTEMA DE PROYECCIÓN		DOCENTE Guillermo Alejandro Rengifo Abanto Carlos Moises Alvarado De La Portilla	
	ISO A				NOTA
FACULTAD DE INGENIERÍA		UNIDADES cm	FECHA 05/12/19	ESCALA 1:250	FORMATO A4 SECCIÓN 15283 HOJA N° 02

DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS PARA UN TALLER AUTOMOTRIZ DE VEHICULOS LIVIANOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	7 %	1 %	9 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	2 %
2	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	1 %
3	bibliotecadelagua.sirh.gob.bo Fuente de Internet	1 %
4	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	xa.yimg.com Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Systems Link Trabajo del estudiante	1 %
7	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
8	Submitted to Texas A&M University, College	

Station

Trabajo del estudiante

<1%

9

A. Cablé, K. Chetehouna, N. Gascoin, A. Settar, K. Van Herpe, M. Kadoche. "Experimental and numerical study of sprinkler fire protection systems: Effect of initial pressure on system performance", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2019

Publicación

<1%

10

Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1%

11

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

12

Wendong Kang, Long Yan, Faxing Ding, Xing Guo, Zhisheng Xu. "Experimental study on fire-extinguishing efficiency of protein foam in diesel pool fire", Case Studies in Thermal Engineering, 2019

Publicación

<1%

13

www.cib.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

14

documents.tips

Fuente de Internet

<1%

15

Submitted to Universiti Tenaga Nasional

Trabajo del estudiante

<1%

16

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

17

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1%

18

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

19

Submitted to Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Trabajo del estudiante

<1%

20

fuegoygasingeneria.com

Fuente de Internet

<1%

21

www.goodgroup.com.co

Fuente de Internet

<1%

22

ateneo.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

23

www.airitilibrary.cn

Fuente de Internet

<1%

24

Submitted to Universitat Politècnica de València

Trabajo del estudiante

<1%

25

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

<1%

26

H.M. Iqbal Mahmud, Khalid A.M. Moinuddin, Graham R. Thorpe. "Experimental and

<1%

numerical study of high-pressure water-mist nozzle sprays", Fire Safety Journal, 2016

Publicación

27	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1%
28	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1%
29	Submitted to University of Sheffield Trabajo del estudiante	<1%
30	Submitted to Kingston University Trabajo del estudiante	<1%
31	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
32	Submitted to Universidad de San Buenaventura Trabajo del estudiante	<1%
33	www.johnbrooks.ca Fuente de Internet	<1%
34	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1%
35	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
36	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1%

37 Submitted to Escuela Politecnica Nacional <1%
Trabajo del estudiante

38 Submitted to Deakin University <1%
Trabajo del estudiante

39 www.egtmake.com.tw <1%
Fuente de Internet

40 Submitted to Universidad Alas Peruanas <1%
Trabajo del estudiante

41 www.met.inf.cu <1%
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado