



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN
UNA ESTACION DE BOMBEO PARA DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS EN
EL CANTON NARANJAL ”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial

AUTOR: Juan Carlos Vizhco Vera
TUTOR: Ing. Efrén Agustín Tóala Morán M.Sc

Guayaquil-Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE
TITULACION**

Yo, Juan Carlos Vizhco Vera con documento de identificación N° 0921186144 manifiesto que:

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

Guayaquil, 24 de febrero del año 2023

Atentamente,



Juan Carlos Vizhco Vera

0921186144

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

Yo, Juan Carlos Vizhco Vera con documento de identificación No. 0921186144, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: "Propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el cantón Naranjal" , el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 24 de febrero del año 2023

Atentamente,



Juan Carlos Vizhco Vera

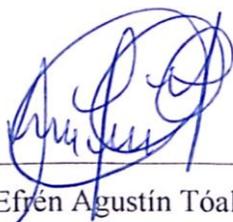
0921186144

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Efrén Agustín Tóala Morán con documento de identificación N° 0920078243, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "Propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el cantón Naranjal", realizado por Juan Carlos Vizhco Vera con documento de identificación N° 0921186144, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de febrero del año 2023

Atentamente,



ING. Efrén Agustín Tóala Morán M.Sc

0920078243

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a Dios por darme salud, fortaleza y guiarme por el camino correcto, para afrontar todos los retos que hay en la vida y permitirme seguir adelante en el cumplimiento de mis objetivos.

A mi familia, pues ellos son mi inspiración, y el motor que me mueve cada día, del cual nacen todas las energías y ganas de seguir adelante, porque sin su esfuerzo, perseverancia y sacrificio nada de esto hubiera sido posible y aunque no todo ha sido fácil, puedo decir que valió la pena cada lagrima, cada golpe y cada caída, por el simple hecho de hoy estar aquí cumpliendo una de mis metas.

A mis compañeros de trabajo (EPA-EP) que siempre me apoyaron el largo recorrido de la experiencia laboral, ya que si su apoyo y acompañamiento hubiera sido muy difícil el desarrollo de mi proyecto.

A todas las personas que por algún motivo están perdidos, confundidos o sin un rumbo fijo, ya que de ese lugar fue donde yo pude salir, y por eso se los dedico para que sepan que Dios tiene un propósito para cada persona y es en los momentos más difíciles cuando deberás tomar la decisión correcta.

Juan Carlos Vizhco Vera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en el cumplimiento de todas mis metas y objetivos planteados.

Al ser más amado quien me dio la vida mi querida madre Rosario V. quien con sus consejos, cariño y paciencia me ayudo a levantar en los momentos más difíciles de mi vida, siendo parte fundamental en la madures de mis proyectos y aunque ya no pudo estar aquí en mi graduación le agradezco de todo corazón y le pido que desde el cielo siempre me cuide.

A mi querido padre Julio V. quien con su incondicional apoyo y ejemplar tipo de, persona supo inspirarme cada día a ser un hombre saludable y respetuoso por la vida con valores, virtudes y aprecio por el prójimo, formando en mi un hombre de bien que ama a su familia y lucha cada día por salir adelante a pesar de las adversidades.

A mi querida esposa Gabriela B. quien ha sido mi fiel compañera, amiga y amante base fundamental en el desarrollo de este reto personal, el cual ha tenido altos y bajos y no habría sido posible sin su ayuda y sus palabras de aliento en el momento indicado cada vez que lo necesitaba, pues la vida te da batalla, pero también te da guerreros para que sufran, para que lloren pero que al final también disfrutaran de tus triunfos.

A mis hermosas hijas Katya, Tamara e Ivonne V.B. quienes son las mejores maestras y alumnas ellas me enseñaron a valorar cada día cada instante que tenemos para estar juntos que no hay momento ni lugar preciso para ser felices que la felicidad es cuando estas respirando a lado de las personas que te aman.

A mis hermanos, tíos, primos y familiares quienes con sus palabras siempre me brindaron esa energía, esa llama de poder que te permite seguir adelante seguir luchando contra viento y marea por cumplir tus sueños.

A la licenciada Mónica C. de bienestar estudiantil quien fue la primera persona de la UPS que confió en mí y que me hizo sentir que estaba en el lugar correcto donde Dios con su inmensa sabiduría me había llevado, donde se siente el apreciado de una familia y el calor de un hogar.

A mi estimado tutor Ing. Efrén T. y a todos los docentes en general y no los menciono porque sería injusto que quizás me olvide de uno siquiera, es por eso por lo que pido que Dios que los bendiga y siga dando sabiduría para seguir enseñando con amor y pasión como lo han hecho siempre

RESUMEN

El presente proyecto titulado propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el cantón Naranjal, está enfocado en la prevención, con el fin evitar en lo posible un incendio o en su defecto poder reaccionar adecuadamente para minimizar al máximo el riesgos de una propagación en el área de trabajo, donde existen equipos, herramientas y maquinarias tales como bombas de combustión, cañerías de combustibles, depósitos de aceite, tableros de control sistema de alumbrado, y cableado superficial expuesto en primera línea del fuego, los cuales serían el combustible necesario para que un pequeño conato se convierta en un incendio de magnitudes considerables y daños irreparables ya sean materiales o pérdidas humanas.

Las guías en las cuales de fundamenta este proyecto fueron analizadas minuciosamente por su extenso campo de aplicación la GTC-45 la cual es utilizada para que identifique los peligros y valore los riesgos a los que están expuesto los empleados y el personal que desarrolla actividades laborales o visitantes en la estación de bombeo.

Para un correcto direccionamiento hacia el diseño de un sistema contra incendios se utilizó la guía NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterios, la cual habla de las buenas prácticas de prevención y accionar de manera concreta y efectiva ya que se basa en el argumento de que un incendio es un riesgo más, al igual que cualquiera de los otros, y va determinado principalmente por dos cosas que son los daños que va a ocasionar y la probabilidad de que se materialice.

Para concluir con el proyecto, después de haber aplicado las técnicas apropiadas de evaluaciones y metodología para delimitar las áreas de mayor peligrosidad y los riesgo ya sean altos, medianos o bajos, fue importante realizar el mapa de riesgo debidamente señalado para lo cual se utilizó la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 3864-1:2013, la cual es directriz fundamental para implementación y demarcación de señaléticas, gráficos y colores de seguridad en la elaboración de un mapa de riesgo.

Palabras Claves: *Sistema contra incendios, prevención de riesgos, matriz GTC-45(Guía Técnica Colombiana), normas NFPA(National Fire Protection Association), Mapa de riesgo*

ABSTRACT

The present project entitled design proposal of a firefighting system in a pumping station for rainwater drainage in the canton Naranjal, is focused on prevention, in order to avoid as much as possible a fire or otherwise be able to react adequately to minimize the risk of a spread in the work area, where there are equipment, tools and machinery such as combustion pumps, fuel pipes, oil tanks, control panels, lighting system, and surface wiring exposed in the front line of the fire, which would be the necessary fuel for the fire to spread, There are equipment, tools and machinery such as combustion pumps, fuel pipes, oil tanks, control panels, lighting system, and surface wiring exposed in the front line of the fire, which would be the fuel necessary for a small outbreak to become a fire of considerable magnitude and irreparable damage, whether material or human losses.

The guides on which this project is based were thoroughly analyzed for their extensive field of application, the GTC-45, which is used to identify the hazards and assess the risks to which employees and personnel carrying out work activities or visitors at the pumping station are exposed.

For a correct direction towards the design of a firefighting system, the NTP 599 guide was used: Fire risk assessment: criteria, which talks about good prevention and action practices in a concrete and effective way, since it is based on the argument that a fire is a risk, just like any other risk, and is determined mainly by two things: the damage it will cause and the probability of its occurrence.

To conclude the project, after having applied the appropriate evaluation techniques and methodology to delimit the areas of greatest danger and the risks, whether high, medium or low, it was important to create a properly marked risk map, using the ECUADORIAN TECHNICAL STANDARD NTE INEN-ISO 3864-1:2013, which is a fundamental guideline for the implementation and demarcation of signage, graphics and safety colors in the preparation of a risk map.

Keywords: *Fire system, risk prevention, GTC-45 matrix (Colombian Technical Guide), NFPA (National Fire Protection Association) standards, risk map.*

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INDICE GENERAL.....	IX
INDICE DE TABLA.....	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
TITULO	XVI
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO 1	1
EL PROBLEMA	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES.....	1
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
1.5. GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO	3
1.6. DELIMITACION.....	3
DELIMITACION ESPACIAL	3
1.7. OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
1.8. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	4

CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. PELIGRO.....	5
2.2. LA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA).....	5
2.3. EL FUEGO.....	5
2.4. CLASIFICACIÓN DEL FUEGO	5
2.5. TIPOS DE EXTINTORES SEGÚN LAS CLASES DE FUEGO:	8
2.6. TETAHEDRO DEL FUEGO.....	11
2.7. EL COMBUSTIBLE.....	12
2.8. REACCION EN CADENA	12
2.9. PRINCIPIO DE EXTINCION	13
2.10. SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	15
2.11. TIPOS DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS	16
Sistemas contra incendios activos	16
Equipo de Bombeo para sistema contra incendio por agua.....	16
Diseño y capacidad de cisterna.....	18
Diseño de consumo de rociadores (NFPA 13)	19
CAPÍTULO III	20
MARCO METODOLÓGICO	20
3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO	20
Estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias	20
3.2 Equipos y sistema de bombeo.....	20
3.3 Sistema de alimentacion y almacenaje de combustible de la Estacion de... Bombeo.....	22
Tanques superficiales.....	23
3.4 Taller de soldadura y mecánica	24
3.5 Sistema de control y prevención automatizado	25

3.6 Transformador padmouted.....	26
3.7 Organigrama funcional de la estación de bombeo.....	26
3.8 METODOLOGIA	30
3.9 METODO DE MESERI.....	37
3.10 CAPACITACIONES	39
3.11 SEÑALETICA.....	39
3.12 MAPA DE RIESGO	43
Definición del trabajo realizado con el mapa de riesgo	43
Importancia del trabajo realizado con el mapa de riesgo	45
3.13 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	45
Tipo de sistema.....	46
Carga de fuego ponderada	47
Cálculo de unidad de extintores por área/sector de estudio.....	49
Cálculo de carga de fuego por área/sector de estudio.....	50
3.14 MAPA DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS	54
CAPITULO IV.....	57
4.1 RESULTADOS.....	57
4.2 CRONOGRAMA PROPUESTO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO .	61
4.3 PRESUPUESTO	62
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA.....	65
ANEXO 1.....	68
ANEXO 2.....	69
ANEXO 3.....	70
ANEXO 4.....	71
ANEXO 5.....	72

ANEXO 6.....	73
ANEXOS 7.....	74
ANEXOS 8.....	75
ANEXOS 9.....	76

INDICE DE TABLA

Tabla 2.1 Agentes extintores.....	9
Tabla 2.2 Tipos de extintores y sus características	10
Tabla 2.3 Métodos de extinción.....	14
Tabla 3.1 Nivel de Daño	32
Tabla 3.2 Nivel de Eficiencia.....	33
Tabla 3.3 Nivel de exposición.....	34
Tabla 3.4 Nivel de probabilidad.....	34
Tabla 3.5 Significado de los niveles de probabilidad	35
Tabla 3.6 Nivel de Consecuencia.....	35
Tabla 3.7 Determinación Nivel de Riesgo	36
Tabla 3.8 Significado del nivel de riesgo.....	36
Tabla 3.9 Valor de R.....	38
Tabla 3.10 Colores de seguridad y significados.....	40
Tabla 3.11 Colores de contrastes	41
Tabla 3.12 Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad.....	42
Tabla 3.13 Densidad de carga ponderada	51
Tabla 3.14 Nivel de riesgo	51
Tabla 3.15 Tamaño del extintor de incendio y localización para riesgo tipo B.....	53
Tabla 3.16 Resumen de unidad de extintores y ubicación en el plano	54
Tabla 3.17 Simbología utilizada en el plano de riesgo	55
Tabla 4.1 Riesgos encontrados.....	58
Tabla 4.2 Nivel de consecuencia.....	60
Tabla 4.3 Cronograma de actividades.....	61
Tabla 4.4 Presupuesto tentativo a la ejecución del proyecto	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la estación de bombeo.....	4
Figura 2.1 Fuego clase A	6
Figura 2.2 Fuego clase B.....	6
Figura 2.3 Fuego de clase C.....	7
Figura 2.4 Fuego de clase D.....	7
Figura 2.5 Fuego de clase K.....	8
Figura 2.6 Tetraedro del fuego.....	12
Figura 2.7 Bomba Jockey Con Bomba Diésel Para Sistema Vertical De Lucha Contra Incendios Multietapa (PDJ 50hz).....	17
Figura 2.8 Tubería de sistema contra incendios por agua.....	18
Figura 2.9 Accesorios sistema contra incendios.	18
Figura 2.10 Rociadores automáticos	19
Figura 3.1 Estación de bombeo Mercedes vista panorámica	20
Figura 3.2 Motores MWM de la Estación de Bombeo	21
Figura 3.3 Turbinas de succión verticales.....	21
Figura 3.4 Cárcamo de Bombeo.....	22
Figura 3.5 Tubería de conducción y descarga de la Estación de Bombeo.....	22
Figura 3.6 Tanque reservorio	23
Figura 3.7 Taller metalmecánica.....	24
Figura 3.8 Personal y equipo de trabajo de la Estación de Bombeo	25
Figura 3.9 Sistema de control SKADA.....	25
Figura 3.10 Transformador Padmounted	26
Figura 3.11 Organigrama de la Estación de Bombeo	29
Figura 3.12 Matriz GTC-45	31
Figura 3.13 Mapa de Riesgo de la estación de bombeo.....	44
Figura 3.14 Calculo de la carga de fuego de la estación de bombeo	49

Figura 3.15 Eficacia del extintor	52
Figura 3.16 Mapa y diseño del sistema contra incendios.....	56
Figura 4.1 Porcentaje de riesgo en cada área de la estación de bombeo.....	59
Figura 4.2 Barra de nivel de consecuencia.....	60

TITULO

“Propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el Cantón Naranjal”.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Evaluación de Riesgo:

Siendo el riesgo la probabilidad de que una amenaza se materialice y se convierta en un suceso o desastre no deseado. La vulnerabilidad con las amenazas, en conjunto, representan un eminente peligro, y se convierten en un riesgo, con probabilidades de ocurrencia más concretas. No obstante, los riesgos pueden reducirse o manejarse (Pantoja et al., 2017)

Método de William Fine:

Es un método de evaluación matemático de los riesgos el cual se fundamenta en la exposición o frecuencia en la cual se produce la situación de riesgo, el desencadenamiento de los sucesos indicadores comienza la secuencia del accidente, por otro lado la probabilidad de que ocurra el suceso en base al desencadenamiento de los indicadores aumenta el riesgo de que ocurra el accidente (Cerdeña y Leonel, 2017)

Método de Meseri:

Son el conjunto de métodos de evaluación en el cual su principal enfoque es el de los riesgos de incendio, llamado esquema de puntos, que considera varios factores agravantes del riesgo de incendio llamados factor X y la otra sección llamados mitigadores o los que reducen el riesgo y se llaman factor Y (Llave, 2021)

Norma NFPA 72:

“Es la norma que proporciona los requerimientos mínimos para instalar los sistemas contra incendios” (Reynaldo, 2020)

Plan de prevención:

Es la correcta recopilación de información necesaria para que los encargados de la seguridad en una empresa cumplan con las normas establecidas, siempre considerando para ello los diferentes riesgos y sus medidas preventivas para minimizar o eliminarlo también las acciones correctivas para implementar las medidas responsables de la acción y su control en un plazo establecido tomando en cuenta los costos recursos materiales y humanos (Litardo et al., 2020)

Principios de acción Preventiva:

Definido como el conjunto de actividades o medidas previstas para todas las fases de los procesos de una entidad con el fin de disminuir los riesgos derivados del trabajo (Ruiz et al., 2022)

Peligro:

Cuando decimos que algo es peligroso se refiere a que ese algo podría tener la capacidad o la viabilidad de hacernos daño. Por lo tanto, es peligroso todo aquello que podría hacernos daño; ya sea directamente o afectando los bienes (Pantoja et al., 2017)

Prevención:

Técnica de accionar sobre un peligro con el fin de eliminar o minimizar al máximo las consecuencias que pueden ser perjudiciales para la salud (Díaz, 2018)

Riesgo de Incendio:

El riesgo es la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos, entorno, etc. Para esta investigación se dictarán los riesgos de incendio bajo la norma NFPA (Illescas y Cruz, 2017)

Sistema de gestión:

Conjunto de elementos en una organización que interactúan entre sí para establecer políticas y procesos para lograr objetivos (ISO 45001, 2018).

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se trata del diseño de un sistema contra incendios y se desarrolló en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en la ciudad de Naranjal.

Salvaguardar la vida de las personas que trabajan en la estación de bombeo es primordial ya que la prevención es la manera más adecuada de evitar un posible siniestro o la propagación de un incendio, para lo cual hemos utilizado las normas vigentes del país.

Los sistemas contra incendios se han venido desarrollando desde hace tiempos atrás, sin embargo han evolucionado ampliamente de manera tecnológica tanto así que en la actualidad existen variedad de sensores, lectores, cámaras, luces que permiten la detección temprana de un posible incendio el cual puede ser evitado a tiempo y no llegar a tener que lidiar con las consecuencias de un desastre, el propósito de este proyecto es actualizar y diseñar un sistemas contra incendios más eficaz en la estación de bombeo aplicando las normas NFPA, matriz GTC-45, NTP 599, NTE INEN-ISO 3864-1:2013.

Una estación de bombeo es un sistema de maquinarias y motores a combustión los cuales necesitan para su funcionamiento el consumo de combustible (diésel), electricidad (220v), dichos motores se encuentran conectados a una red de tuberías que conducen el agua por medio de canales hasta las turbinas para luego ser evacuadas a un río o reservorio con el objetivo de evitar inundaciones, desastres en las comunidades cercanas y afectaciones en el sector agrícola.

El desarrollo del proyecto está basado en una investigación de campo los cuales fueron evaluados uno a uno aplicando las normas antes mencionadas , logrando de esta manera identificar las magnitudes de exposición y probabilidades del riesgo existente de un posible incendio en una estación de bombeo, para lo cual se realizó una matriz de riesgo que nos permite identificar claramente la zonas de más peligrosidad y poder definir de esta manera un mapa de riesgo y el mejor sistema contra incendios aplicables a la estación.

Para poder culminar con capacitaciones al personal operativo en los temas más necesarios según su área de trabajo.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2. ANTECEDENTES

En Europa las comisiones priorizan sus acciones con el fin de mejorar la seguridad y salud de sus trabajadores, la versatilidad del cambio y rapidez de factores demográficos y económicos, con directrices de trabajo a través de estrategias en el ámbito de la seguridad y la salud en el trabajo, argumentando que entre el año 2021 y 2027 se adoptara de manera tripartita las acciones para que las instituciones puedan participar tanto la Unión Europea como los demás estados interlocutores sociales y demás interesadas (Bueno y Álvarez, 2022).

Las empresas nacionales e internacionales invierten mucho dinero y tiempo en la implantación de métodos y normas internacionales de seguridad, como en departamentos de oficio en la prevención de riesgos laborales los cuales realizan encuestas, análisis, supervisiones periódicas, pero en realidad es un poco complicado cambiar la manera de actuar de cada operario o puesto de trabajo, pues no es cuestión de dar los equipos o herramientas al personal, sino de que lo sepan o quiera utilizar debido a las antes mencionadas capacidades de reacción frente a los riesgos, debido a que cada persona reacciona en base a una necesidad o experiencia.

Actualmente las entidades internacionales del ámbito laboral se preparan día a día para poder enfrentarse con los problemas y adversidades que representa tener en cuenta los cuidados y atención en el campo laboral, y mucho más el poder enfatizar las necesidades periódicas del personal de trabajo ya sea en una empresa multinacional como también en una microempresa.

Para atender esta problemática se toma en cuenta los diferentes factores de riesgo que son los implacables destructores de las normas preventivas, sumado a la falta de capacidad de reacción por parte del personal operativo y administrativo, ya que el trabajo de la prevención laboral es un trabajo de equipo en conjunto con las normativas vigentes, las cuales son la guía maestra para llegar al plan de prevención.

Uno de los problemas presentes en las empresas, es la falta de conciencia y capacitación oportuna con frecuentes actualizaciones por parte del equipo de trabajo, identificando y evaluando cada una de las áreas de trabajo para así poder discernir la

técnica, método y por ende capacitación adecuada o específica a las distintas necesidades de cada sector.

En la industria existen muchos campos de trabajo en un mismo sistema de procesamiento para la elaboración de un producto final, por esta razón es importante tener siempre claro cuáles son los peligros y riesgos de cada área de trabajo.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La falta de un control más riguroso de la aplicación de normas preventivas y evaluación de riesgos contra los diferentes desastres naturales, nos muestra la vulnerabilidad de una empresa para poder afrontarlos, por esta razón el proyecto planteado en este trabajo fue enfocado en el desarrollo de una propuesta para la implementación del sistema de gestión contra un posible riesgo de incendio en una Estación de Bombeo para drenaje de Aguas lluvias, ubicada en el cantón Naranjal, la cual no cuenta con un sistema de primera acción preventiva contra un posible incendio de cualquier índole, problema que ha podido ser observado durante los años que tiene operando la estación de bombeo.

Según lo observado, la estación de bombeo cuenta con detectores de humo los cuales no están en su completa capacidad de reacción, por esta razón nace la necesidad de realizar una evaluación rigurosa para poder así diseñar un sistema de prevención contra incendio, y generar de esta manera una propuesta a los respectivos departamentos de la empresa, para que en un futuro realicen la implementación del mismo en base a las normas vigentes nacionales e internacionales tales como la matriz de riesgo colombiana GTC-45, como también los distintos métodos de aplicación de prevención de riesgo contra incendios en los cuales se puede mencionar el Método de Gretener y Meseri (Huamani y Paucara, 2019).

También se elaboró un mapa de riesgo y evacuación, para dejar de manera clara y precisas las grafica correspondientes reglamentarias, que puedan ser identificadas al momento de una evacuación en el área de trabajo en caso de algún siniestro.

De la misma manera se propuso la elaboración de señaléticas, paso cebra, zona segura y demarcaciones pertinentes en todas las áreas necesarias, esto con la ayuda de normas vigentes ya sean nacionales e internacionales, tales como la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 439:1984, 440:1984, 748:1986 que habla de todas las señales,

colores, símbolos de seguridad, tuberías y puertas corta fuegos (Moyano y Nicole, 2022)

1.4. JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo se justifica por la utilidad de la investigación en el desarrollo de la sociedad y el aporte que representa. En tal sentido se considera que con este trabajo se verán beneficiados de manera específica la Empresa y sus procesos operacionales.

También, se verán beneficiados de manera directa otros organismos públicos, autoridades, que realicen actividades similares en los sectores estratégicos emergentes y de manera indirecta la población universitaria o académico, que desee conocer sobre la problemática de la organización y que puede hacer uso ejemplar para la ejecución de nuevos proyectos para el desarrollo económico del Ecuador.

1.5. GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO

El proyecto fue desarrollado para beneficiar principalmente a la estación de bombeo, evaluando e implementando un sistema contra incendios y mapa de riesgo, cuyo beneficio no solo abarca una cierta área, sino a todo el grupo operacional de la misma estación, de manera que se puede salvaguardar las vidas del personal de la estación y posibles visitantes como personal técnico gerencial que frecuentemente la Estación de Bombeo.

Además de proteger a los colaboradores de la estación de bombeo, el proyecto beneficia de gran manera al sector agrícola, ya que ellos dependen directamente de la funcionabilidad correcta y segura de la Estación de Bombeo, y sin su trabajo aproximadamente 200 hectáreas de tierras agrícolas quedarían desprotegidas de los terribles embates invernales, los cuales provocan inundaciones, deslaves, asolvamientos de los ríos que terminan afectando la economía familiar y el desarrollo social de muchos hogares de Naranjal.

1.6. DELIMITACION

DELIMITACION ESPACIAL

La estación de bombeo se encuentra ubicada en una zona rural agrícola perteneciente al Cantón Naranjal de la parroquia San Carlos, un poco alejada de las poblaciones y por ende de las entidades de rescate y protección en caso de una emergencia. Es por

ello por lo que surge la inmensa necesidad de la evaluación inmediata e implementación del sistema de prevención contra incendios de la Estación de Bombeo.

Figura 1.1 Ubicación geográfica de la estación de bombeo



Fuente: Google Earth

El accionar de las entidades de rescate más cercanas a la estación de bombeo se encuentra en un rango de 40 a 60 minutos, este tiempo es muy prolongado debido que al ser una estación de bombeo que tiene muchos productos inflamables y volátiles, la respuesta ante un siniestro debe ser inmediata, para poder salvaguardar las vidas de todo el personal que labora en la estación de bombeo.

1.7. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de Aguas lluvias en el Cantón Naranjal.

1.8. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los riesgos existentes en la Estación de Bombeo en base a la Guía Técnica Colombiana GTC-45.
- Elaborar un mapa de riesgo para mostrar de forma clara las zonas de peligro, teniendo como parámetro los requisitos establecidos en la Guía Técnica Colombiana GTC-45.
- Elaborar un mapa con el diseño de sistema contra incendios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Los incendios son siempre un riesgo latente en el sector industrial, y debido al crecimiento poblacional acelerado, el cual se ha podido evidenciar en los últimos años. Las empresas deben estar estrechamente vinculados con los factores de prevención, de tal manera que sea considerada una prioridad precautelar la salud, vida y bienestar de una empresa (Vásquez, 2020).

De tal manera, la intención de protección contra incendios son las normas en conjunto aplicables en diseños y construcciones de edificaciones o estructuras públicas o también privadas, para proteger todo recurso de la imponente amenaza del fuego con el fin en común de salvar las vidas humanas, reducir toda pérdida económica que sea causada por la potestad de un incendio, precautelar que todas las actividades cotidianas elementales en la infraestructura pueda ser útil al reanudarse oportunamente en el menor tiempo (Romero y Jurado, 2017).

2.1. PELIGRO

El peligro es aquella fuente, condición o acto que tenga el potencial para causar daño material, humano, como también deterioro de la salud, daños físicos o una combinación de estos (ISO 45001, 2018)

2.2. LA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)

Gia oficial de códigos y normas que lideran la prevención contra incendios en el sector industrial, para salvaguardar la vida y seguridad humana (NFPA Latino América, 1896)

2.3. EL FUEGO

En los incendios el fuego es el conjunto de calor y luz producidos por la combustión producto de una reacción química de oxidación que supone la generación de llamas y la emanación de vapor de agua y dióxido de carbono (Ucha, 2009)

2.4. CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

Según la norma NFPA 10 establece la siguiente clasificación o tipo de fuegos.

Clase A: Son aquellos fuegos que se generan con combustibles sólidos tales como el cartón, madera, plástico, cascarillas, gabazo de caña, y todo tipo de materia que genere la combustión. Tal como se muestra en la Fig. 2.1

Figura 2.1 Fuego clase A



Fuente: Cuerpo de bombero del Tena

Clase B: Son aquellos fuegos que se producen regularmente por combustibles en estado líquido, tales como, por ejemplo, diésel, gasolina, aceite o pintura, diluyente, acetona. Tal como se muestra en la Fig. 2.2

Figura 2.2 Fuego clase B



Fuente: Cuerpo de bombero del Ten

Clase C: Es aquel fuego que se genera particularmente en instalaciones y equipos eléctricos estos a su vez suelen ser a nivel industrial como domiciliaria, debido a sobrecalentamiento de las partes expuestas a las conexiones debido al exceso dispositivos. Tal como se muestra en la Fig. 2.3

Figura 2.3 Fuego de clase C



Fuente: Cuerpo de bombero del Tena

Clase D: Es aquel fuego que donde su combustible generalmente es un metal que arde al rojo vivo, como puede ser el magnesio, aluminio en polvo o sodio, esto se puede apreciar en la industria de fundición de hierros. Tal como se muestra en la Fig. 2.4

Figura 2.4 Fuego de clase D



Fuente: Cuerpo de bombero del Tena

Clase K: Es el fuego que se produce sobre las capas de aceites y grasas, que regularmente se da en los negocios de comidas rápidas, restaurantes y domicilios.

Tal como se muestra en la Fig. 2.5

Figura 2.5 Fuego de clase K



Fuente: Cuerpo de bombero del Tena

2.5. TIPOS DE EXTINTORES SEGÚN LAS CLASES DE FUEGO:

Para elegir un buen extintor se debe tener muy claro qué es lo que se quiere obtener y los peligros a los cuales se está expuesto en base a la clase de fuego. El extintor es muy necesario para repeler un incendio durante su inicio y evitar que se propague.

Para tener una idea más clara de los tipos de extintores que actualmente existen en el mercado, se debe tomar en cuenta los tipos de fuegos que vamos a extinguir ya que según su clasificación nos da la pauta de reaccionar correctamente ante una amenaza con el extintor adecuado.

Hay tantos tipos de extintores como tipos de fuego y cada extintor cuenta con una etiqueta que señala qué fuego apaga específicamente. En la etiqueta del extintor debe venir información sobre el tipo de extintor, capacidad en libras, fecha de llenado y cuando caduca.

La mayoría de los extintores tienen la capacidad de apagar fuegos sólidos, líquidos y gaseosos, de tal manera en su etiquetado debe aparecer las letras A, B y C. A continuación, se presenta tabla de agentes extintores según el tipo de fuego.

Tabla 2.1 Agentes extintores

SIMBOLOGIA	TIPO DE FUEGO	AGENTE EXTINTOR						
		Agua	Agua a presión	Espuma química	Polvo seco	CO2	Haloclean	Acetato de potasio
	Se generan con combustibles sólidos tales como el cartón, madera, plástico, etc.	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
	Se generan de combustibles líquido, por ejemplo, gasolina, aceite o pintura.	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
	Es aquel fuego que se genera en equipos y circuitos eléctricos.	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗
	Fuego de materiales combustibles aluminio y magnesio	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
	Fuego que se produce sobre las capas de aceites y grasas.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓

Fuente: Cuerpo de bombero de Tena.

Existen muchos tipos de extintores para cada clase distinta de fuego, en base a esto presentamos a continuación la tabla 2.2 de los tipos de extintores más conocidos.

Tabla 2.2 Tipos de extintores y sus características

TIPO DE EXTINTOR	FIGURA	CARACTERISTICAS
De Agua		<p>La actuación del agua es principalmente por enfriamiento, porque tiene un gran poder de absorción del calor, y también actúa como sofocación del fuego, porque el agua al evaporarse a elevadas temperaturas en el momento de la combustión su volumen se expande más de 1600 veces, obligando al desplazamiento del oxígeno y vapores de combustión. Siendo estos extintores los ideales para fuegos de clase A.</p>
De Agua a presión		<p>Ideales para repeler los incendios clase A, los cuales generan su combustión por combustible de los elementos sólidos como la madera, cartón, tela, etc. La unión del agua con el aditivo que penetra el material y lo satura impidiendo que vuelva a encender.</p> <p>Idóneo para lugares de almacenaje de materiales sólidos, en general y también para lugares donde pueda ocurrir un incendio de carácter ordinario. Este tipo de extintor actúa enfriando el material de manera que reduce su temperatura de ignición hasta el punto de terminar apagando el incendio y evitando una posible reignición de nuevamente.</p>
De Espuma		<p>Este tipo de extintores son ideales para fuegos tipo A y B tienen una mezcla de solución ácida en otra básica. Que al mezclarse ambas soluciones reaccionan, producen el anhídrido carbónico (CO₂), con esto se consigue el aumento de presión que empuja la espuma extintora.</p> <p>Sin embargo, esta espuma tiene el inconveniente de perjudicar a los metales, puede conducir la electricidad y se disuelve en alcoholes, por lo que en la actualidad no son muy usados.</p>

De PQS		Estos actúan químicamente interrumpiendo la reacción en cadena. También debilitan y sofocan el fuego, pues el químico fosfato monoamónico del que por lo regular están compuestos cuando llega a la temperatura de la combustión se funden, creando una sustancia pegajosa que llega a adherirse a la superficie de todos los sólidos, originando una barrera que impide la unión con el oxígeno. Son aptos para utilizarlos en fuegos de tipo A, B y C.
De CO2		Por no ser conductor de la electricidad, se utilizan en fuegos de la clase B y C, no de usa en fuegos de la clase A, a menos que se lo complemente con un extintor de agua, pues por sí solo no es capaz de extinguir el fuego de arraigo. Si se lo utiliza en los fuegos de líquidos combustibles hay que tener precaución a sus efectos y evitar salpicaduras.
De Haloclean		Al igual que el polvo químico, actúan interrumpiendo la reacción en cadena, tienen la ventaja de ser agentes extintores limpios, es decir, no dejan residuos, ni tampoco son conductores de la electricidad, se los puede aplicar en fuegos de tipo A, B y C.
De Acetato de potasio		Estos extintores están diseñados para ser usados en cocinas comerciales que generan grasas o aceites animal o vegetal, está compuesto de una solución acuosa de Acetato de Potasio que tiene un alto PH, creado para la aplicación complementaria en sistemas de cocinas en todo tipo de restaurantes.

Fuente. Cuerpo de bomberos de tena.

2.6. TETAHEDRO DEL FUEGO

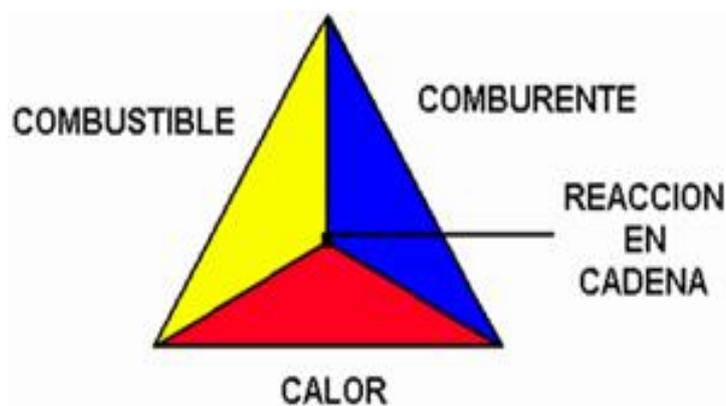
Todo fuego esta caracterizado por el Tetraedro del fuego. El cual estipula que cuando existe la unión de varios componentes específicos en capacidad de formar fuego como son:

Calor: Permite la propagación del fuego de manera que calienta el aire circundante y combustible que exista en el lugar.

Oxígeno: Es comburente. Para que ocurra la combustión.

Combustible: Es toda materia ya sea sólida, líquida o gaseosa y de origen orgánico también que contiene carbón, tales como madera, papel, químicos, gas natural entre otros.

Figura 2.6 Tetraedro del fuego



Fuente: Definiciones básicas elementos participantes tetraedro del fuego

Todos estos componentes mencionados en el tetraedro del fuego, unidos en proporciones adecuadas son capaces de formar un incendio en cualquier lugar o momento, si podemos reaccionar oportunamente y separar o debilitar uno de sus componentes podemos evitar que se unan y se genere una reacción en cadena y por ende la propagación del fuego.

2.7. EL COMBUSTIBLE

Es la materia que arde con facilidad. Se lo puede evidenciar en estado sólido, líquido o gaseoso. Él comburente es aquella que favorece la combustión de otras sustancias. Normalmente el oxígeno es el comburente más común que inicia la reacción a su vez el calor es el tipo de energía requerida para que el combustible y comburente generen una reacción en un tiempo y espacio determinado (Albornoz et al., 2016)

2.8. REACCION EN CADENA

El combustible cuando comienza a arder de forma continua genera una reacción química que produce un calor que retroalimentando la combustión, y ese aumento

genera propagación de gases y vapores. Este proceso se mantiene mientras exista calor en cantidad suficiente para poder continuar gasificando el combustible además de una cantidad de combustible capaz de desprender gases o vapores y comburente que lo alimente (Albornoz et al., 2016).

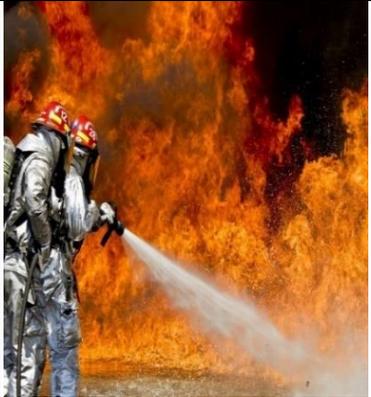
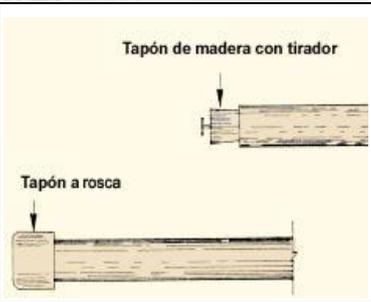
2.9. PRINCIPIO DE EXTINCION

Todo principio de extinción debe comenzar con la clara idea de poder separar los agentes que componen el fuego ya sea el calor, el oxígeno o el combustible, si uno de estos tres agentes es retirado en el proceso de ignición, se completa el principio de extinción del fuego (Illescas y Cruz, 2017).

Uno de los mecanismos del sistema consiste en el conjunto de normas y técnicas aplicables en toda edificación, industrial o fabrica, y todo tipo de estructura cuyo propósito es el de atender de manera inmediata y aplacar el abuso a la acción dañina del fuego, para así, de esta manera general tratar de salvaguardar la vidas de toda persona, minimizando toda afectación material o económica de la industria que se pueda ver afectada por causa del fuego, y por su mismo hecho conseguir que toda entidad industrial logre recuperar sus actividades productoras en la mayor velocidad para que no se vea afectada de ninguna manera sus bases económicas.

A continuación, se presenta una tabla de los métodos de extinción en la cual se define teóricamente sus componentes, métodos, definiciones, e imágenes de ejemplo.

Tabla 2.3 Métodos de extinción

COMPONENTES	METODO	DEFINICION	IMAGEN EJEMPLO
Calor	Enfriamiento	La aplicación de un extintor con agua que absorbe todo el calor y reduce hasta detener la combustión del fuego.	
Combustible	Segregación	Al retirar el paso de cualquier liquido combustible en el proceso de combustión hasta que se agote el combustible.	
Comburente	Sofocación	Reducir el comburente de la zona de combustión con la aplicación de un gas que sea más pesado que el aire o creación de vapor de agua.	
Reacción en cadena	Inhibición	Al paralizar la reacción o quitarle fuerza para que no continúe quemando el material se debe aplicar inhibidores como el PQS.	

Fuente: Elaborada por el Autor

La evaluación en toda medida de técnicas para proteger o prevenir los incendios, dependen siempre de las directrices evaluadoras en cada caso, y por ende se debe considerar de manera muy estricta, evitar a toda medida que el fuego comience, e impedir que el fuego se propague, y para esto es importante determinar las medidas de prevención necesarias aplicables (Reynaldo, 2020).

2.10. SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Es un conjunto de elementos que incluye varios tipos de dispositivos, y equipos tecnológicos de controles para detectar indicios de fuego o humo, emitiendo así la señal que pueda alertar y realizar acciones para suprimir la emergencia. Un sistema contra incendios debe ser una parte imprescindible de cualquier local empresarial o edificio, al igual que ocurren en los hogares.

La red contra incendios se elabora implementando uno o varios sistemas para que trabajen en conjunto, los sistemas de alarmas regularmente se componen por accesorios tales como: Sensores de humedad, palanca de aviso contra incendios, detectores de humo o gases, y sistemas de evacuaciones ya sea por señaléticas o por voz entre otros. Con la finalidad de dar la primera alerta para un posible incendio.

También tenemos por otra parte los componentes que ya actúan directamente en la acción de controlar y apagar el incendio que existiera, dentro de estos elementos tenemos: Extintores, sistemas fijos de extinción, columnas secas y otros elementos que forman parte del sistema (Arizona, 2019).

Los dos objetivos principales del sistema es la protección contra un incendio con el fin de salvar vidas y proteger las propiedades. Un objetivo secundario es minimizar las interrupciones de servicio debido al fuego (Lozano y León, 2017).

La importancia de contar con un sistema de prevención contra incendio de supresión por agua es vital según las normativas técnicas, ya que estos medios de abastecimiento permiten tener una reserva utilizada solo para casos de incendios, de este modo se debe considerar una serie de elementos determinante en el diseño SPCI (Torres, 2019).

2.11. TIPOS DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS

La cantidad de elementos que llegan a componer un sistema contra incendios y que actúan de forma activa es muy amplia y versátil. Sin embargo, debemos saber que se pueden llegar a definir de dos maneras: Pasivos y Activos

Sistemas contra incendios pasivos

Dentro de los sistemas de seguridad contra incendios existe el pasivo, pues no interviene directamente en la extinción del fuego sino más bien en su objetivo es velar porque los daños inherentes o perdidas sean lo menos posible después de un incendio. Este es un sistema muy independiente conocido también como PPCI (Protección Pasiva Contra Incendios) no está sujeta a ningún tipo de equipos o accesorios de control, luego de su instalación no necesita mucho mantenimiento y es muy sencilla de implementar.

Sistemas contra incendios activos

En la industria, o ya sea un negocio medianamente extenso que tenga fuentes de peligro para un incendio debemos siempre pensar en la aplicación de un buen sistema acorde a nuestra estructura, en algunos casos la ley te exige por la naturaleza de la empresa y en otro caso por cuestiones de seguridad, ya sea para el bienestar de las vidas humanas o materiales.

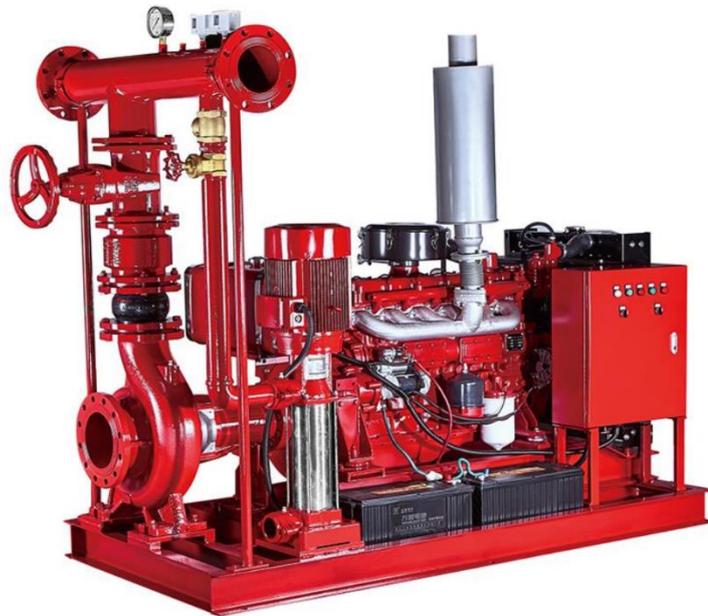
El sistema contra incendios activo es el encargado de frenar el incendio de manera inmediata en lo posible de su ignición, para evitar su propagación y salvaguardar las vidas humanas o los bienes asociados a la empresa con el fin de minimizar los daños. Dentro de los cuales se encuentran los siguientes elementos: alarmas, sensores de humo, sensores fuego, sistemas fijos de extinción ya sean tuberías secas, mojadas, tipo diluvio y pre-acción.

Equipo de Bombeo para sistema contra incendio por agua

Se conforma con un sistema hidroneumático, de bombas, tuberías, válvulas y otros accesorios., que están unidos a una fuente de alimentación de agua y su objetivo es mantener toda la línea de incendio con agua presurizada.

El sistema incluye su bomba y equipo auxiliar, motor impulsador y controles deben ser diseñado según la edificación.

Figura 2.7 Bomba Jockey Con Bomba Diésel Para Sistema Vertical De Lucha Contra Incendios Multietapa (PDJ 50hz)



Fuente: Yeschamp

El equipo de bombeo con una bomba Jockey exige el cumplimiento de ciertas características para tener un sistema en óptima capacidad de acción.

- Mantener la presión constante que el sistema necesita para su buen accionar en todo momento.
- No se debe utilizar ni la bomba principal del sistema o sus auxiliares como una bomba presurizadora.
- El equipo bomba Jockey debe tener capacidad para recompensar cualquier fuga de tipo normal en menos de 10 minutos o 3.8 IV (1 GPM)
- La bomba presurizadora debe tener una presión nominal entre un 5% y un 10% por encima de la presión de diseño del sistema.

Figura 2.8 Tubería de sistema contra incendios por agua.



Fuente: Dicte

Figura 2.9 Accesorios sistema contra incendios.



Fuente: Tecnisuministros

Diseño y capacidad de cisterna

La norma NTP 420 establece que para los centros de operaciones donde en el área de trabajo existe combustible o líquidos inflamables, que por la naturaleza y cantidad de los materiales almacenados que son manipulados y se necesite elaborar una instalación para protección de agua para el sistema contra incendios, y se requiere la utilización de cisternas como fuente de abastecimiento para extraer el agua. Se debe considerar cada consumo de los complementos del sistema contra incendios tales como: rociadores, sprinklers y mangueras etc. (Torres, 2019).

Diseño de consumo de rociadores (NFPA 13)

El diseño estará sujeta a las normativa técnica del NFPA 13, donde se establece los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la exposición al fuego; incluyendo el carácter de adecuación de las fuentes de abastecimiento de agua y la selección de los rociadores, tuberías, válvulas y todos los materiales y accesorios, aunque sin incluir las instalación de redes de abastecimiento y fuentes de abastecimiento de agua para servicios privados de lucha contra incendios. Este sistema se basará en el análisis del riesgo, la identificación del método de extinción que se debe utilizar (Maxi seguridad, 2019)

la selección del sistema de rociadores a utilizar, la determinación del caudal y otros factores, debiendo considerarse los siguientes requisitos:

- La cobertura máxima de un rociador no ser mayor de los 37,10 m².
- Los rociadores hacia la pared no deben tener mayor distancia a la mitad de la que existe entre los rociadores y no puede ser menor a 102mm.
- La separación entre rociadores no debe ser menor a 244mm.

Figura 2.10 Rociadores automáticos



Fuente: Maxi seguridad expertos en protección contra incendios

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PROYECTO

Estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias

La Estación de Bombeo para drenaje de aguas lluvias es una infraestructura que forma parte de un proyecto del sector público, naciendo de las necesidades sociales y agrícolas de varios sectores, que en cada invierno se veían afectados por inundaciones frecuentes del periodo de la zona, frenando así su desarrollo socioeconómico.

Esta estación de bombeo cumple la función específica de captación de agua lluvias de aproximadamente 800 hectáreas de terrenos agrícolas, comerciales e industriales tales como las del Banano, Cacao, Maíz, Plátano, etc. Beneficiando directa e indirectamente a toda la población rural y urbano del sector que enmarcan más aun la necesidad operacional de la misma.

Figura 3.1 Estación de bombeo Mercedes vista panorámica



Fuente: Elaborada por el Autor

3.2 Equipos y sistema de bombeo

El funcionamiento de drenaje se realiza mediante la utilización de canales de conductores en toda la topografía terrestre de la zona inundable, con esto se direcciona el agua de la lluvia hasta un depósito (cárcamo de bombeo) donde tres motores de marca MWM de procedencia brasileña con una velocidad nominal de 1800 rpm, y turbinas verticales con una descarga total de $6\text{m}^3/\text{seg}$ controlados por un sistema de automatización llamado “SKADA” y también se los puede controlar de manera manual. Los motores absorben el agua dentro del cárcamo de bombeo por medio de

las turbinas de succión y descargan el agua por la línea de tuberías de conducción hasta la intercesión del estero Trovador y río Cañar, para de esta manera bajar los niveles de aguas lluvias en la población y evitar inundaciones en los sectores de influencia.

A continuación, se presenta en las siguientes imágenes todos los equipos principales que componen el sistema de bombeo de la estación desde la Fig. 3.2 a 3.5.

Figura 3.2 Motores MWM de la Estación de Bombeo



Fuente: Elaborada por el autor

Figura 3.3 Turbinas de succión verticales



Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 3.4 Cárcamo de Bombeo

Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 3.5 Tubería de conducción y descarga de la Estación de Bombeo

Fuente: Elaborada por el Autor

3.3 Sistema de alimentacion y almacenaje de combustible de la Estacion de Bombeo.

Dentro de la estación de bombeo existe un sistema de alimentación de combustible (diésel) que abastece la fuente de succión (motores MWM), para ello se cuenta con un tanque reservorio de 5000gl de capacidad, que se conecta a un sistema de cañerías de conducción a través de filtros de limpieza (racors) del combustible y de esta manera llegar hasta un tanque diario de abastecimiento directo a los motores, y cumplir el ciclo de alimentación segura y libre de impurezas a los motor para un óptimo funcionamiento.

Tanques superficiales

Todo tanque de almacenamiento de manera superficial debe cumplir obligatoriamente los siguiente:

- a) Deben mantenerse siempre herméticamente cerrados, a nivel del piso, también aislados del piso por medio un material impermeable que evite filtraciones y contaminación del medio ambiente. Alrededor debe existir un muro de contención impermeable, que pueda contener el 110% del volumen del tanque.
- b) Si hubiera un grupo de tanques la capacidad de contención será igual al 110% de la capacidad del tanque mayor habiendo descontado el volumen que ocupare los otros tanques.
- c) Los tanques sobre superficie se fabricarán bajo UL 142 o equivalente y deben contar con uno de los siguientes sistemas (NTE INEN-2251, 2013).
 - Un sistema retardante del fuego que pueda proteger al tanque de una eventual ignición por lo menos dos horas;
 - Un sistema de inertización del aire para evitar el fuego;
 - Un sistema automático de extinción de fuego;
 - Un sistema equivalente para minimizar el riesgo de incendio y explosión.

Figura 3.6 Tanque reservorio



Fuente: Elaborada por el Autor

3.4 Taller de soldadura y mecánica

Existe un taller de metalmecánica dentro de las instalaciones el cual fue creado para optimizar los tiempos de trabajo y mantenimiento, el taller es base fundamental para la ejecución de los mantenimientos preventivos, correctivos o emergentes que son los que se maneja en la estructura de trabajo de la estación de bombeo.

El taller cuenta con todo tipo de herramientas de corte, perforación, manuales, automáticas, alámbricas e inalámbricas. Para el buen uso de las herramientas el personal cumple con las competencias y horas de prácticas en talleres de capacitación. Los trabajadores cuentan con equipo de protección personal (EPP).

A continuación, se presenta la gráfica del taller metalmecánico de la estación de bombeo.

Figura 3.7 Taller metalmecánica



Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 3.8 Personal y equipo de trabajo de la Estación de Bombeo

Fuente. Elaborada por el Autor

3.5 Sistema de control y prevención automatizado

En la estación de bombeo fue implementado un sistema automatizado llamado SKADA, que sirve para poder controlar parámetros de seguridad de manera remota desde cualquier lugar del país donde se instale el centro de control principal y llevar un historial de todos los movimientos, alarmas, novedades, fallas, etc.

Este sistema es muy importante porque hace la funcionabilidad del sistema más eficaz y eficiente ya que protege la estación con un accionar de primer orden en cuanto a una falla o emergencia que se opusiera en la operatividad de los equipos de bombeo.

Figura 3.9 Sistema de control SKADA

Fuente: Elaborada por el Autor

3.6 Transformador padmounted

Es un equipo protegido por un gabinete, por lo general se lo ubica a la intemperie, con los terminales de media tensión en frente muerto y provisto de puertas con seguridad. Existen dos configuraciones básicas de estos transformadores: configuración radial y configuración en anillo o malla (Gualan, 2023).

Ese es un transformador tipo padmounted de 45 kVA tiene una relación de transformación de 13.8 kV conectado en delta y transforma a 220 V trifásico conectado en estrella.

El riesgo que se puede dar en ese tipo de equipos es derramamiento de aceite Calentamiento de las bobinas cuando el equipo se encuentra conectado una carga mayor o igual a su capacidad nominal de potencia podría hasta causar una explosión es recomendable mantener siempre fuera del área transitada y protegida por alguna protección tanto para roedores y personas sin conocimiento eléctrico.

Figura 3.10 Transformador Padmounted



Fuente: Elaborada por el Autor

3.7 Organigrama funcional de la estación de bombeo

La estación de bombeo cuenta con un organigrama de orden jerárquico el cual ayuda al desarrollo de las funciones de una manera ordenada y objetiva, enfocados siempre en la seguridad y el respeto de los trabajadores para que se sientan comprometidos en los puestos de trabajo y seguros de contar con un ambiente agradable de trabajo.

Dentro de este organigrama existe un orden el cual puede a veces ser alterado por cuestiones de emergencia ya que sean ellas las limitantes de salvaguardar la vida humana en primer lugar, la durabilidad de una estructura o proyecto que sea de impacto razonable para la ejecución de dicha norma de control.

A continuación, se presenta de manera descriptiva las funciones básicas de cada una de las funciones primordiales del personal delegado en el organigrama.

Gerente: Un gerente es responsable de liderar para dirigir y planear los diferentes trabajos monitoreando el desempeño y en base a ello la toma de decisiones en acciones preventivas o correctivas siempre que fuera necesario, también es responsable de aprovechar al máximo los recursos humanos, materiales y financieros de una entidad para cumplir los objetivos.

Director de Proyectos: Su función principal es controlar la funcionabilidad de los proyectos y el control de las necesidades factibles al desempeño de las mismas.

Director de Mantenimiento: Encargado de planificar los mantenimientos de los equipos y maquinarias para llevar el control de la vida útil de estos y prevenir paros inesperados, también la coordinación directa con los operarios de la estación de bombeo para solución rápida de las anomalías.

Director de Operaciones: Delegado para funciones específicas de lidera los equipos de trabajo operacionales determinando los objetivos a cumplir, dar el seguimiento a las tareas, carga del trabajo y ambiente laboral.

También ejecuta la coordinación con otros departamentos que forman parte de los procesos de la estación de bombeo para un trabajo en conjunto.

Jefe de operadores: Coordinación con sus compañeros para la ejecución de tareas encomendadas, también planificación de paros de maquinarias para mantenimiento sin para la ejecución de operación de bombeo de la estación.

Logística: La programación de horarios, tareas y turnos del personal o maniobras a realizar, en todo el campo laboral de la estación y sus delegaciones de influencia.

Técnico Mecánico: El desarrollo de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos y maquinarias de la estación de bombeo, como también control y supervisión de las normas correctas de operación de los elementos, equipos y herramientas de la estación de bombeo.

Técnico Infraestructura: Encargado del monitoreo, supervisión y control superficial de todo el sistema estructural donde se establecen las disposiciones generales de operatividad en la estación de bombeo.

Técnico Eléctrico: Cumple las funciones de supervisar y dar mantenimiento a todas las redes eléctricas de funcionamiento en las instalaciones de la estación de bombeo.

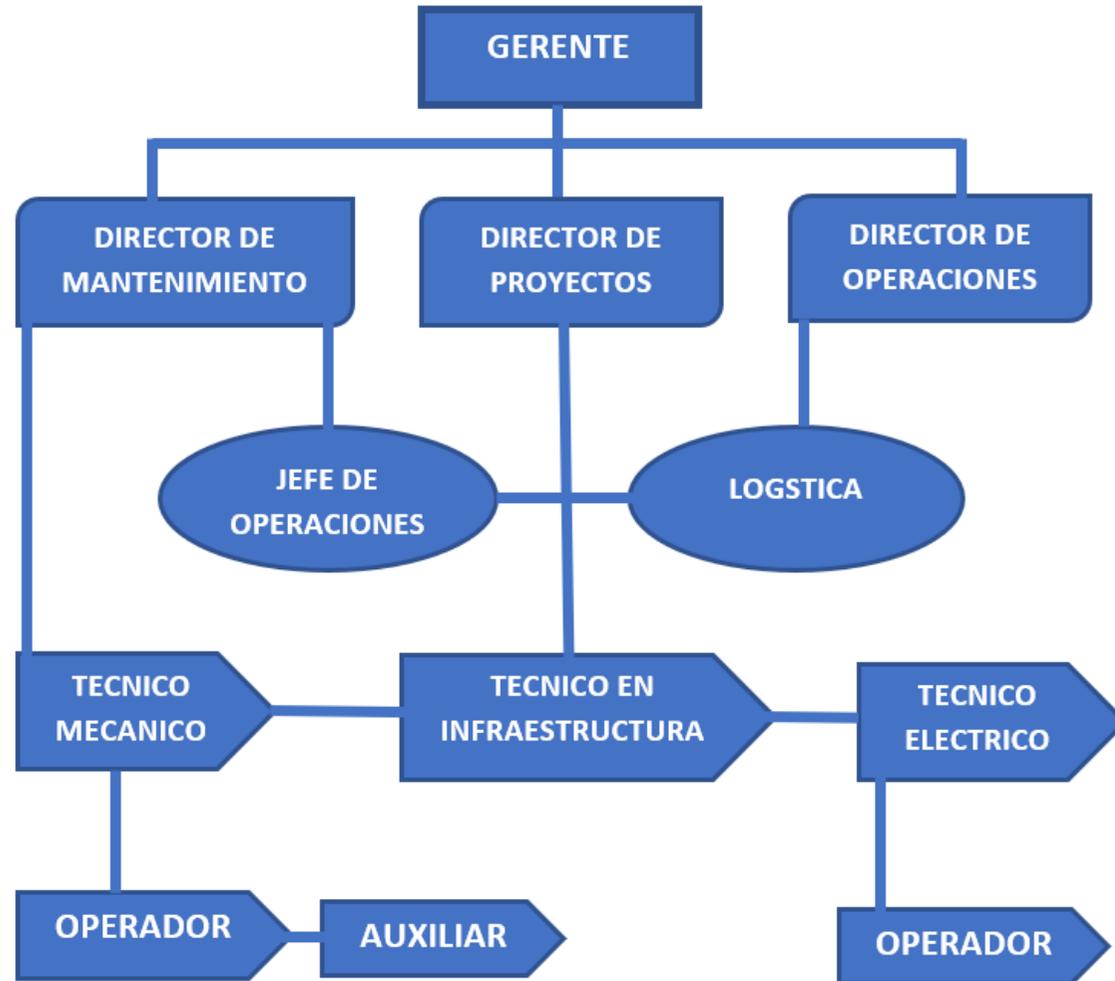
Operador: Encargado y responsable de la operatividad de los motores y sistema de bombeo de la estación en general.

También ejecuta las funciones de contacto directo con la gestión de seguridad de operaciones en coordinación con la dirección de mantenimiento.

Auxiliar: Ejecuta funciones bajo la supervisión y control del operador encargado del sistema de bombeo, también es el encargado de llevar el control de horas de trabajo y monitoreo de los canales de conducción y niveles de operación adecuado a las normas técnicas de seguridad.

En la siguiente imagen se presenta el organigrama funcional de la estación de bombeo en la Fig. 3.11.

Figura 3.11 Organigrama de la Estación de Bombeo



Fuente: Elaborada por el Autor

En base a lo expuesto en el organigrama podemos visualizar el orden jerárquico que se maneja en la estructura funcional de la estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias, cuyo objetivo está dirigido a la planificación programada y también en ciertas ocasiones orden directa para casos emergentes.

Estos datos han sido recopilados con la ayuda de los directores, jefes de operadores, operadores y auxiliares ya que ellos más que nadie conocen más de cerca la situación de la estación de bombeo, de la misma manera se realizó visitas de campo, inspecciones y directrices de evaluación en el área de trabajo de la estación de bombeo, donde se pudo observar el nuevo orden y funcionamiento de cada uno de los puestos de trabajo por efecto de haber aplicado las normativas mencionadas, en cada uno de los temas de este proyecto.

La distribución de planta fue reorganizada para que su operatividad sea más óptima y segura para todo el personal de trabajo, y también para las visitas técnicas ocasionales que en ella desempeñan sus funciones debido a cuestiones de mantenimientos preventivo

3.8 METODOLOGIA

El trabajo desarrollado en este proyecto fue enfocado en la metodología cuantitativa con valores cuantificables procedentes de datos estadísticos; y en la metodología cualitativa considerando que existió información que fue analizada a partir de la observación directa, por medio de entrevistas, investigaciones y análisis de campo.

Se logro identificar todos los factores de riesgo de la manera más adecuada, utilizando la guía técnica colombiana para identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional **GTC-45**, la cual es una técnica muy eficaz, y la mejor herramienta metodológica cuantitativa diseñada específicamente para identificar peligros y evaluar los riesgos, de esta manera se realizó un diagnóstico muy claro y preciso de las condiciones laborales en dichas instalaciones.

A continuación, se presenta la plantilla a ser usada de la matriz GTC – 45.

La información obtenida en esta matriz en base a todas las zonas de peligro y sirvió para realizar un informe detallado de los peligros más inminentes relacionados a las actividades que se realizan diariamente los operarios de la estación de bombeo con horarios de trabajo, jornada laboral, carga de trabajo y exposición al riesgo en el puesto de trabajo.

Para la ejecución adecuada de la matriz se debió tomar en cuenta todos los factores e indicadores que la matriz GTC-45 propone en su proceder, y también se tomó como guía referencial la información detallada en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Nivel de Daño

Categoría del daño	Daño leve	Daño moderado	Daño extremo
Salud	Son molestias e irritación como dolores de cabeza y enfermedad temporal	Que causan incapacidad temporal. como pérdida parcial de la audición, desórdenes de las extremidades.	Son enfermedades agudas y crónicas, que logran una incapacidad de manera permanente, invalidez o muerte.
Seguridad	Son lesiones muy superficiales, con heridas de poca profundidad, como también contusiones, irritaciones del ojo.	Son Laceraciones, o heridas más profundas, con quemaduras de 1er grado; también conmoción cerebral, y esguinces graves.	Son lesiones que dan como resultado amputaciones, fracturas en los huesos largos, trauma craneal, quemaduras de 2do y 3er grado, también con alteraciones a severas en la columna vertebral comprometiendo la médula espinal,

Fuente: Tomada de GTC-45

El personal que trabaja en dichas instalaciones cumple sus funciones, pero no están seguros de que, si están o no realizando el procedimiento adecuado, ya que no es el solo hecho de contar con los equipos de protección personal (EPP), sino que también el personal conozca, aplique las normas de seguridad, y por parte de la empresa se cumpla con los planes de acción para tener un ambiente laboral más seguro.

Por lo tanto, se tomó en consideración la evaluación de los aspectos fundamentales en la evaluación de riesgo y poder minimizarlos tanto en la fuente, medio y el personal.

Al definir los criterios para la aceptación del riesgo, donde se revise aquellos si están o no cumpliendo los requisitos legales, en acción a los objetivos y metas de una organización. Al evaluar los riesgos, durante un proceso u operación se determinan las probabilidades de que ocurran una serie de eventos junto con la magnitud y el detalle de las consecuencias.

A continuación, se presenta las fórmulas de cálculo para NR y NP respectivamente.

$$NR = NP \times NC$$

$$NP = ND \times NE \text{ En donde:}$$

En donde:

NP = Nivel de probabilidad.

ND = Nivel de deficiencia.

NC = Nivel de consecuencia.

NE = Nivel de exposición.

Tabla 3.2 Nivel de Eficiencia

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se detecta peligros que determinan la generación de incidentes o consecuencias muy notables, que la eficacia de las medidas de prevención respecto al riesgo no existe.
Alto (A)	6	Se detecta algún peligro que pueden dar lugar a consecuencias graves, y la eficacia de las medidas de prevención no existían o es baja.
Medio (M)	2	Los peligros que se evidencian en el lugar tienen consecuencias poco considerables o de menor importancia.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se detecta consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta

Fuente: Tomada de GTC-45

Para poder determinar el NE (nivel de exposición) se podrán aplicar los criterios de la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La exposición esta presentada sin interrupción o y con tiempo prolongado durante la jornada de trabajo.
Frecuente (EF)	3	La exposición se presenta varias veces durante la jornada de trabajo por tiempos mínimos.
Ocasional (EO)	2	La exposición está presente de vez en cuando durante la jornada de trabajo y por un periodo de tiempo mínimo.
Esporádica (EE)	1	La exposición está presente de manera esporádica.

Fuente: Tomada de GTC-45

También podemos observar que determinamos el NP combinando los resultados de las Tablas 3.2 y 3.3 en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Nivel de probabilidad

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de Deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A - 20	A - 10
	6	MA-24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Fuente: Tomada de GTC-45

De la misma manera observamos que los resultados que muestra la Tabla 3.4, se interpretan de acuerdo con el significado que aparece en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Significado de los niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	La exposición es muy continua, o frecuente. La materialización del riesgo debe ocurrir con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	La exposición es frecuente u ocasional. La materialización del riesgo puede ser posible varias veces en la jornada de trabajo.
Medio (M)	Entre 8 y 6.	La exposición es esporádica. Es posible que suceda el daño alguna ocasión.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	La exposición ocasional o esporádica mejorable, Probablemente no se materialice el riesgo, aunque puede que se de algún día.

Fuente: Tomada de GTC-45

Tabla 3.6 Nivel de Consecuencia

Nivel de Consecuencias	NC	Significados
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (S)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones y enfermedades graves e irreparables (incapacidad permanente, parcial o invalides).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ITL).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Fuente: Tomada de GTC-45

Adicional a esto los resultados obtenidos de las tablas 3.5 y 3.6 también se combinan en la tabla 3.7 y se puede obtener el nivel de riesgo, que se interpreta de acuerdo con el criterio de la siguiente tabla 3.8.

Tabla 3.7 Determinación Nivel de Riesgo

Nivel de Riesgo NR= NP * NC		Nivel de Probabilidad (NP)			
		40-20	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencia		I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
		I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 200 III 120
		I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
		II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: Tomada de GTC-45

Tabla 3.8 Significado del nivel de riesgo

Nivel de Riesgo	Valor NR	Significado
I	4000-600	La situación es crítica. Se debe suspender las actividades hasta minimizar el riesgo controlarlo, de manera urgente.
II	500-150	Se debe rectificar las medidas de controles de manera inmediata, y suspender actividades si el nivel de riesgo marca por encima o igual a 360
III	120-40	En lo posible mejorar la situación si es posible minimizando el riesgo. Convenientemente podemos evaluar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	En lo posible mejorar con las medidas de control que ya existen y evaluar periódicamente controlando que el riesgo sea aceptable.

Fuente: Tomada de GTC-45

Posteriormente al análisis de la gravedad o nivel de los riesgos ya identificados en toda el área de trabajo de la estación de bombeo, y planteando la hipótesis de que ocurra un incendio, se utilizó la técnica del método de Meseri la cual genera un análisis de exposición al incendio en todo tipo de estructura e instalación industriales.

Otro punto que fue analizado dentro de la metodología cuantitativa es el control del tiempo requerido al momento de utilizar las rutas de evacuaciones al punto de encuentro, de manera que se pudo definir cuál es la más factible de utilizar al momento de un siniestro, la cual dependerá de un análisis visual previo, involucrando de esta manera la metodología cualitativa.

Luego de haber identificado los peligros que ocasionarían un posible suceso de incendio, y teniendo definida la ruta de evacuación más rápida y segura, se procedió a realizar el diseño del mapa de riesgo con la utilización del software AutoCAD, el cual tiene las rutas de evacuación de cada área a la zona segura. Finalmente, con esta información se pudo elaborar la propuesta completa del sistema de gestión para prevención de un incendio en la Estación de Bombeo.

3.9 METODO DE MESERI

Es el método de evaluación de riesgo para incendio, conocido como esquema de puntos, que considera los factores más agravantes de riesgos de incendio con el nombre de factor X, y por la otra parte los factores conocidos como mitigadores o reductor del riesgo conocido como Factor Y, además de la ayuda del factor B que es el coeficiente hallado en 2.2 y que evalúa la existencia de una brigada interna contra incendios, y al final el coeficiente de protección contra incendio R se calcula con la siguiente fórmula.

$$R = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$$

Donde el valor de R es importante para denotar la evaluación numérica, claro objetivo del método aplicado para la evaluación cualitativa. En la tabla 3.9 se muestran los rangos para el valor R.

Tabla 3.9 Valor de R

VALOR R	CATEGORIA
Menor o igual a 3	Riesgo muy grave
Entre 3 y 5	Riesgo grave
Entre 5 y 8	Riesgo medio
Superior a 8	Riesgo leve

Fuente: Tecnología de la Seguridad

Con la aplicación de este método se facilitó el trabajo de los investigadores, para la ejecución de un sistema reducido de fácil aplicación y ágil, que permitió en poco tiempo calificar los riesgos existentes en el área de trabajo, obviamente que el método Meseri es simplificado ya que se debe agrupar mucha información en poco espacio de evaluación, por esta razón se consideró los aspectos más importantes para la gestión (Servicio Tec, 2023).

A continuación, se contempla los dos bloques de factores de evaluación para este método.

1. Factores de Instalaciones

- 1.1 Construcción
- 1.2 Situación
- 1.3 Procesos
- 1.4 Concentración
- 1.5 Propagabilidad
- 1.6 Destructibilidad

2. Factores de Protección

- 2.1 Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- 2.2 Detectores automáticos de incendio
- 2.3 Extintores
- 2.4 Bocas de hidrantes exteriores
- 2.5 Rociadores automáticos
- 2.6 Instalaciones fijas espaciales

Este método fue aplicado en nuestro proyecto para el análisis del posible riesgo contra incendios en una Estación de Bombeo para drenaje de aguas lluvias en el Cantón Naranjal, la finalidad del estudio fue determinar que intensidad o gravedad de riesgo de que ocurra el siniestro de incendio hay en el lugar de trabajo en esta empresa.

3.10 CAPACITACIONES

Como parte del proyecto se realizó un taller de inducción al personal operativo de la Estación de Bombeo para drenaje de aguas lluvias, con el objetivo de dotar de conocimientos o retroalimentar los valores adquiridos con anterioridad pero que, por falta de control, practica o incentivo fueron olvidados, en base a la necesidad de los siguientes temas.

- Prevención de riesgo contra incendios
- Teoría del fuego
- Utilización adecuada de los extintores
- Primeros auxilios accionar básico
- Traslado de heridos

En vista de lo mencionado podemos decir que estos temas de capacitación son la base fundamental para que un personal trabaje de manera segura en la industria.

Las capacitaciones fueron acompañadas y notificadas mediante escrito al departamento de Operación y mantenimiento de la empresa y fue verificada por los directores asignados en su momento.

3.11 SEÑALETICA

Para una mejor identificación de los peligros y riesgos de exposición a los cuales los trabajadores estaban expuestos se procedió a la demarcaron todas las áreas de trabajo desde la mínima hasta la más compleja para de esta manera mediante identificación de peligros y evaluación de riesgos poder colocar las respectivas señales de carácter.

- Obligatorio
- Prevención
- Prohibición
- Seguridad
- Información

En base a lo expuesto en la investigación se pudo dejar claro el nivel de peligro de cada lugar de trabajo logrando de esta manera minimizar de eficazmente varios factores de riesgos que se pudieran suscitar en algún momento durante el desempeño de los trabajadores en la estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias. Sin embargo, para la aplicación de dichas normas debemos evaluar la necesidad de estandarizar el sistema de información visual de seguridad basado en lo posible en palabras y señales que permitan alcanzar la comprensión y continuidad del propósito de informar y prevenir un desastre a partir de una señal lógica.

Estos a su vez siguen la normativa vigente NTN INEN-ISO 3864- 1:2013 la cual nos indica y guía de manera adecuada su aplicación.

Propósito de los colores de seguridad y señales de seguridad.

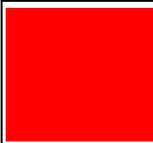
El propósito fundamental de estos lineamientos es llamar la atención inmediata a los objetos y situaciones que afectan la seguridad, de un área o la salud de los trabajadores, y para lograr la comprensión rápida de manera específica y concreta.

Toda señal de seguridad debe ser utilizada debidamente para instrucciones que estén relacionadas con la seguridad y salud del personal de trabajo o público en general.

Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad

El significado que tiene asignado a colores de seguridad, contrastes y ejemplos de uso se presenta en las tablas 3.10 y 3.11.

Tabla 3.10 Color de seguridad, significados y uso

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE USO
	Pare Prohibiciones	Para señal de pare. Para señales de prohibiciones. Se utiliza para señales de prevenir fuego y equipo contra incendios.
	Atención Peligro Cuidado	Indica peligros de fuego, explosión, etc. Advertencia de obstaculización.
	Seguridad	Para rutas de escape, de salidas de emergencia, punto de primeros auxilios.
	Obligación Señal de Información	Obligaciones de usar EPP Para indicar donde hay un teléfono.
Se considera el color azul de seguridad cuando va acompañado de un círculo.		

Fuente: NTN INEN-439.1984

Tabla 3.11 Colores de contrastes

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco
Azul	Blanco
El color contraste para el negro es blanco y viceversa	

Fuente: Tomada de NTN INEN-439.1984

Significado general de figuras geométricas y colores de seguridad

El significado general asignado a las figuras geométricas, colores de seguridad, colores del símbolo, contrastes y ejemplos de uso se presentan en la siguiente tabla 3.12.

Tabla 3.12 Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad

FIGURA	SIGNIFICADO	COLOR / SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DEL SIMBOLO GRAFICO	EJEMPLO DE USO
	Prohibición	Rojo	Blanco	Negro	-No fumar -No beber agua -No tocar
	Acción obligatoria	Azul	Blanco	Blanco	-Usar protección para los ojos - Usar ropa de protección - Lavarse las manos
	Precaución	Amarillo	Negro	Negro	-Precaución superficie caliente -Precaución riesgo biológico -precaución electricidad
	Condición insegura	Verde	Blanco	Blanco	-Primeros auxilios -Salida de emergencia -Punto de encuentro durante una evacuación
	Equipo contra incendios	Rojo	Blanco	Blanco	-Punto de llamada para emergencia contra incendio -Recolección de equipo contra incendio -Extintor contra incendio

Fuente: Tomada de NTN INEN-439.1984

3.12 MAPA DE RIESGO

En 1970 se publica en E.U.A. “La ley de seguridad e Higiene Ocupacional”, cuyo objetivo es asegurar en lo máximo posible que todo hombre y mujer trabaje en lugares seguros y saludables, lo cual permitirá preservar sus cuerpos. Esta ley es posiblemente el documento más importante que se ha emitido a favor de la seguridad y la higiene, ya que cubre con sus reglamentos, requerimientos con casi todas las ramas industriales, los cuales han sido tomados por muchos otros países (Paiz, 2019)

El mapa de riesgo es aplicado de distintas maneras, siempre y cuando demuestre una percepción muy clara de manera grafica las áreas donde se ve la mayor probabilidad de un potencial suceso o daño mayor. De esta manera podemos reconocer los indicadores más acertados y priorizarlos para el monitoreo periódico y practico en la gestión (Verdú & Ruiz, 2019)

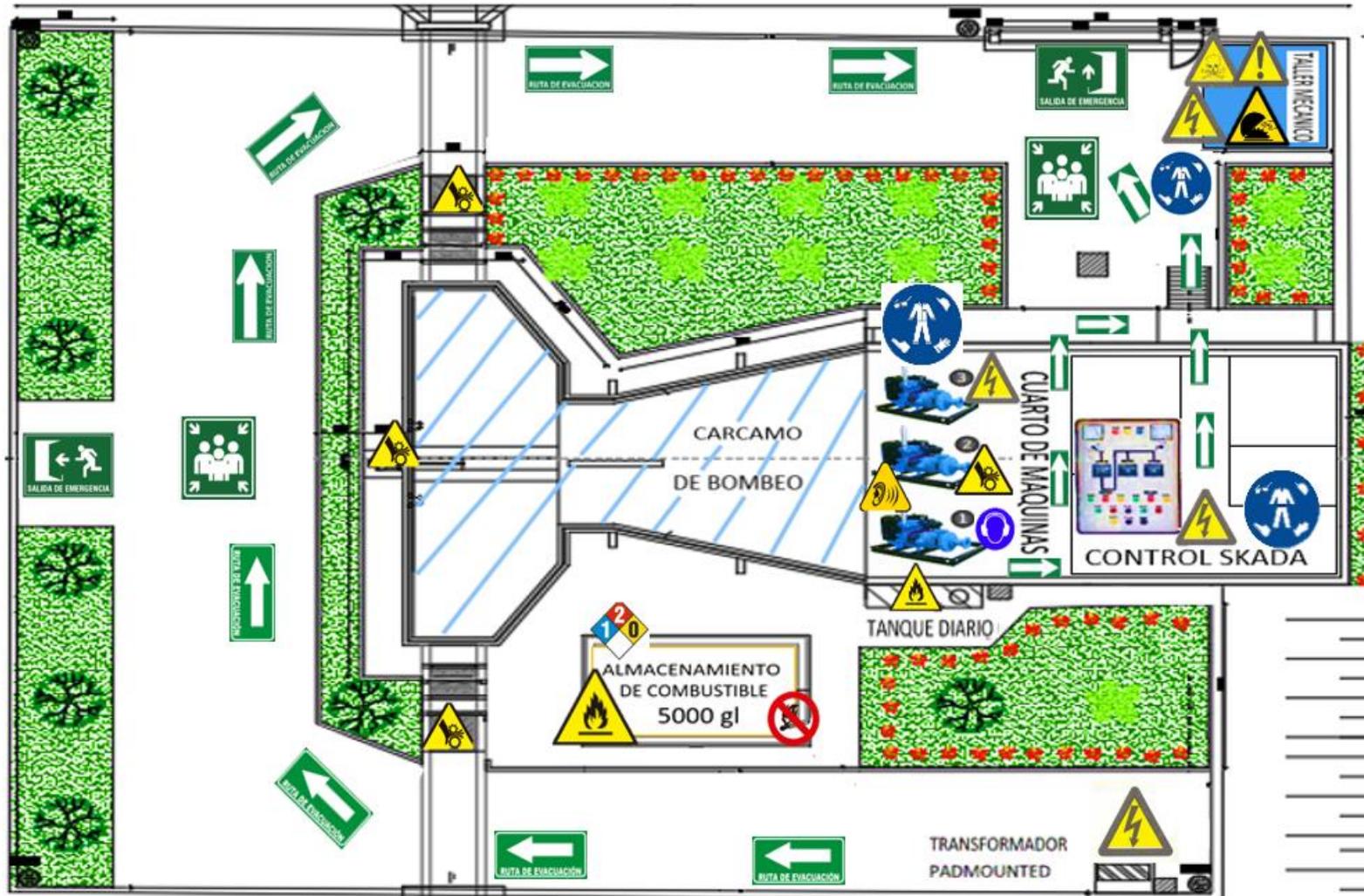
Definición del trabajo realizado con el mapa de riesgo

Se trata de la caracterización de los riesgos con la ayuda de una matriz y un mapa, estos se determinaron de los resultados de las estimaciones de riesgo de cada área y puestos de trabajo en la estación de bombeo, donde se encuentra expuestos directa e indirectamente el trabajador por oficio de sus labores.

Para una mejor visualización de los riesgos presentamos a continuación, el diseño del mapa de riesgo de la estación de bombeo, el cual fue realizado mediante la ayuda del software AutoCAD.

El mapa de riesgo servirá de ayuda visual de fácil entendimiento y rápida comprensión para todo el personal operativo y visitante que en algún momento llegan a las instalaciones, y de esta manera puedan guiarse referencialmente, alejarse de los peligros concretos que allí se visualizan.

Figura 3.13 Mapa de Riesgo de la estación de bombeo



Fuente: Elaborada por el Autor

Importancia del trabajo realizado con el mapa de riesgo

El poder realizar un mapa de riesgo es de vital importancia ya que abarca el conocimiento y la identificación de los riesgos laborales que existen en el puesto de trabajo y poder prevenirlos, la cual permite el poder garantizar a los trabajadores que laboran en condiciones seguras con ambiente de trabajo adecuado y propicio para la ejecución de sus tareas.

Además de ayudar al entendimiento de los peligros y las amenazas existentes en una empresa o lugar de trabajo de esta manera poder tener la capacidad de reaccionar, y prevenir los posibles efectos de un evento de peligro.

3.13 DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Propuesta: Para el diseño del sistema contra incendio en la Estación de Bombeo, se tomó como referencia los siguientes aspectos:

- Tipo de edificación
- Área de construcción
- Material combustible
- Rutas de evacuación
- Ubicación de maquinarias
- Puertas de acceso y salidas
- Inexistencia de Protocolos de emergencia
- Puntos de reunión
- Riegos antrópicos y naturales externos

La estación de bombeo es una edificación mixta construida de hormigón armado y ladrillos visto (hormados sin enlucir), cuenta con dos plantas de trabajo integrada por cuatro departamentos principales que son:

- 1) Sala de control Skada
- 2) Cuarto de máquinas (motores/bombas)
- 3) Taller de mantenimiento
- 4) Área de almacenamiento de combustible

Al realizar el análisis de las áreas de trabajo, se denota la interrelación de las operaciones en los procesos de la estación de bombeo, tales como:

- Intervención manual de los Trabajadores.
- Maquinarias, equipos, herramientas.
- Materia prima.
- Condiciones inseguras de la infraestructura.
- Carencia de sistemas de detección, alarmas y extinción automáticos.
- Protocolos de Emergencias.
- Procedimientos de suspensión de operaciones.
- Procedimientos de trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.
- Tiempo de respuesta de las entidades de control y mitigación de emergencias.
- Indicadore de siniestrabilidad – reportes de incidentes y accidentes.

Posterior al análisis de los elementos arriba mencionados, se pudo evidenciar la necesidad del diseño del sistema contra incendio de la estación de bombo, ya que el estado actual no garantiza una pronta respuesta en caso de suscitarse una emergencia de grandes dimensiones.

Tipo de sistema

En base a los expuesto se pudo definir, cuál sería la mejor propuesta del sistema contra incendio idóneo que satisfaga las necesidades de la estación de bombeo y sus operaciones, debido a que dentro de sus instalaciones existían diferentes sistemas operacionales entre los cuales predominaban los eléctricos, mecánicos y de combustión.

Por lo tanto, en caso de que se produjera un incendio seria serian clasificados como fuegos tipo A, B y C. (Ver detalle del tipo de fuego en imágenes del 2.1 al 2.5).

Debido a la identificación de los potenciales riesgos a los que se está expuesto en la estación de bombeo, se definió la elaboración de un sistema mixto semi-activo contra incendio, que consta del uso de los elementos de un sistema contra incendios pasivos y sistema activo. Cabe indicar que la utilización de un sistema contra incendios con agua no es útil en estos casos, debido al análisis de riesgo que se realizó en las instalaciones de la estación de bombeo.

3.13.1 1er paso:

Consiste en la aplicación de los elementos de un sistema contra incendios pasivo en todas las áreas necesarias de la estación de bombeo.

- **Pintura Intumescente:** Genera una reacción química frente al fuego y desencadena una acción extintora protegiendo todos los equipos expuestos.
- **Morteros espaciales (Ignífugos):** Convierte las instalaciones estructurales de una edificación en material resistente al fuego.
- **Amplitud de pasillos:** Estrategia que sirve para alarga al máximo el tiempo en que un incendio se pudiera propagar.
- **Recubrimientos de paredes:** El revestimiento retardante para madera, techos y paredes que le hacen resistentes al fuego.

Este tipo de sistemas es de gran ventaja debido a que su aplicación es muy usada y de fácil obtención, por lo general en la actualidad ya vienen incorporado como normas de construcción en el sector industrial para minimizar los daños causados por un incendio.

3.13.2 2do paso:

Después de haber realizado la evaluación de riesgo de incendio enfocada integralmente en como un sistema dinámico a todos los riesgos de incendio asociados en el área laboral. Con la ayuda de método Meseri y GTC-45, estos a su vez con los factores que presentaron cada puesto de trabajo, ya que siempre deben ser integrados a la gestión de prevención administrativa general de la estación de bombeo.

Para tomarla como una herramienta de recolección de información integra que sirve en el desarrollo de medidas que protegen, mantienen, promueven la salud y el bienestar de todos los trabajadores.

Para lo cual se realiza los cálculos de la carga de fuego o calorífica en función de los materiales que reposan en el área de estudio.

Carga de fuego ponderada

Para tener una idea clara de la magnitud de daño en la estación de bombeo por consecuencia de un posible incendio, se realizó los cálculos de carga de fuego ponderada para de esta manera poder tener el numero cuantificable en función de los

materiales combustibles que se almacenan o intervienen en la actividad de la estación de bombeo,

Tomando en cuenta que en la estación de bombeo se almacena diferentes tipos de materiales combustibles tales como aceite, grasas, y Diesel dentro de los cuales predomina el diésel siendo el más inflamable y en mayores cantidades, siendo este el motivo de análisis principal.

Para el cálculo se utilizó un programa llamado **Konstruir**, ya que de esta manera nos dio la pauta de un diseño muy eficaz y que este acorde a la necesidad de las instalaciones, y que siempre el sistema este sobre el margen de acción del siniestro de un posible incendio.

Para realizar el cálculo de la carga de fuego mencionada utilizaremos la siguiente formula.

$$Q_s = \frac{\sum_1^1 G_i q_i C_i}{A} R_u \left(\frac{Mj}{m^2} \right)$$

Donde:

Q_s = Es la densidad de carga de fuego, ponderada, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

G_i = Es la masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio incluye todo tipo de materiales de constructivos que generen combustión.

q_i = Es el poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existieran en el sector del incendio.

C_i = Es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existieran dentro del sector de incendio.

R_u = Es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrollara dentro del sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = Es la superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m² (Konstruir, 2012)

A continuación, se presenta imagen del cálculo de Q_s (carga de fuego) realizado en el programa **Konstruir** a la estación de bombeo y los materiales combustibles involucrados dentro de las instalaciones Fig. 3.14.

Figura 3.14 Calculo de la carga de fuego de la estación de bombeo

ACTIVIDAD		Ra			
Depositos de hidrocarburos		2			

Datos de los materiales					
id	Producto	Gi kg	qi MJ/kg	Ci	Parcial
1	Aceite mineral	757,08	42	1	31794
2	Grasas	192,7	42	1	8064
3	Acetona	37,854	29.3	1	1084.1
4	Petróleo	18927,00	42	1	794934
5	Caucho	50	42	1	2100
6	Madera		16.7		0
Total					837976.1

$QS = 837976.1 / 1600 \times 2 = 1047 \text{ MJ/m}^2$

Fuente: Kontruir.com

Una vez obtenido la carga de fuego se procede a realizar el cálculo de extintores por el método de carga de fuego.

Lo siguiente que se realizo es la determinación de cantidad de extintor por cada área o sector mencionada anteriormente (sala de control Skada, cuarto de máquinas, taller de mantenimiento y área de almacenamiento de combustible).

Nota. El número mínimo de extintores debe determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicado 200m^2

Cálculo de unidad de extintores por área/sector de estudio.

Sector 1: Sala de control Skada.

Área (aproximada): $= 16\text{m} \times 8\text{m} = 128\text{m}^2$

Cantidad mata fuego: $128\text{m}^2 / 200\text{m}^2 / \text{Extintor} = 0,64$ ----- 1 Extintor.

Sector 2: Cuarto de máquinas.

Área (aproximada): = 16m x 10m = 160m²

Cantidad mata fuego: 160m² / 200m² / Extintor = 0,8 ----- 1 Extintor

Sector 3: Taller mecánico.

Área (aproximada): = 15m x 15m = 225m²

Cantidad mata fuego: 225m² / 200m² / Extintor = 1,12 ----- 2 Extintor

Sector 4: Área de almacenamiento de combustible.

Área (aproximada): = 30m x 15m = 450m²

Cantidad mata fuego: 450m² / 200m² / Extintor = 2,25 ----- 3 Extintor

Cálculo de carga de fuego por área/sector de estudio.

Para el siguiente calculo se toma los datos individualmente de cada componente evaluado en la fig. 3.14. Donde obtendremos el **Qs** (carga de fuego ponderada) de cada área.

Calculo carga de fuego tipo (B): Sector 1 sala de control Skada.

Componentes: cauchos, PVC, polietileno (2100 Mj)

Área = 128m²

Qs = (2100 Mj /128m²) x 2 = 32.81 Mj/m²

Calculo carga de fuego tipo (B): Sector 2 Cuarto de máquinas.

Componentes: Aceite mineral, (31794 Mj)

Área = 160m²

Qs = (31794 Mj /160m²) x 2 = 397.425 Mj/m²

Calculo carga de fuego tipo (B): Sector 3 Taller mecánico.

Componentes: grasas 8064 + acetonas 1084.1 (9148.1Mj)

Área = 225m²

Qs = (9148.1 Mj /225m²) x 2 = 81.316 Mj/m²

Calculo carga de fuego tipo (B): Sector 4 Área de almacenamiento de combustible.

Componentes: Diesel industrial (794934Mj)

Área = 450m²

$$Q_s = (794934 \text{ Mj} / 450\text{m}^2) \times 2 = 3533.04 \text{ Mj/m}^2$$

Seguidamente se muestra la Tabla 3.13 de los valores del nivel de riesgo intrínseco en función de la densidad de carga de fuego calculada anteriormente.

Tabla 3.13 Densidad de carga ponderada

Nivel de riesgo Intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	2	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Fuente: Real decreto 2267 (RSCIE)

Finalmente, en base a los cálculos obtenidos podemos definir el nivel de riesgo de cada área según los criterios de la Fig. 3.14 en la siguiente tabla.

Tabla 3.14 Nivel de riesgo

SECTOR EVALUADO	Q _s	NIVEL DE RIESGO
1	32.81 Mj/m ²	Bajo
2	397.425 Mj/m ²	Bajo
3	81.316 Mj/m ²	Bajo
4	3533.04 Mj/m ²	Alto

Fuente: Elaborada por el Autor

En base a la identificación del riesgo podemos determinar la dotación de extintores adecuados según la siguiente tabla que caracteriza el riesgo bajo, medio, y alto.

Figura 3.15 Eficacia del extintor

DETERMINACIÓN DE DOTACIÓN DE EXTINTORES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO DE COMBUSTIBLES DE CLASE A SEGÚN TABLA 3.1 DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES			
GRADO DE RIESGO INTÍNSECO DEL SECTOR DEL INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO	
BAJO	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción en exceso)	
MEDIO	21A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción en exceso)	
ALTO	34A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción en exceso)	

DETERMINACIÓN DE DOTACIÓN DE EXTINTORES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO DE COMBUSTIBLES DE CLASE B				
	VOLUMEN MÁXIMO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN SECTOR DE INCENDIO (1 Y 2)			
	V ≤ 20	20 < V ≤ 50	50 < V ≤ 100	50 < V ≤ 100
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113B	113B	144B	233B

Fuente: DocPlayer extintores manuales portátiles

3.13.3 3er paso:

Selección del Riesgo por sector.

Riesgo 1 (Explosivos): Sustancia o mezcla susceptibles de producir en forma súbita, reacción exotérmica con generación de grandes cantidades de gases.

Riesgo 2 (Inflamables de 1º Categoría): Líquidos que pueden emitir vapores que, mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles; su punto de inflamación momentáneo será igual o inferior a 40°C, (Inflamables de 2º

Categoría): ídem anterior, pero con punto de inflamación momentáneo comprendido entre 41 y 120° C.

Riesgo 3 (Muy Combustibles): Materias que, expuestas al aire, puedan ser encendidas y continúen ardiendo una vez retirada la fuente de ignición.

Riesgo 4 (Combustibles): Materias que puedan mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor.

Riesgo 5 (Poco combustibles): Materias que se encienden al ser sometidas a altas temperaturas, pero cuya combustión invariablemente cesa al ser apartada la fuente de calor (Escuela Industrial Superior, 2020).

De esta manera se cataloga como tipos de riesgo a cada sector.

Sector 1: riesgo 5 (A,B,C) leve

Sector 2: riesgo 3 y 4 (A,B,C) Leve

Sector 3: riesgo 3 y 4 (A,B,C) Ordinario

Sector 4: riesgo 2 y 3 (A,B,C) Extraordinario

3.13.4 4to paso:

Esta etapa consiste en la selección del tipo de extintor según el riesgo. En la tabla 3.15 se puede observar el tipo de riesgo relacionado con el extintor requerido.

Tabla 3.15 Tamaño del extintor de incendio y localización para riesgo tipo B

Tipo de riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia máxima de recorrid hasta los extintores Pies - m	
Leve (bajo)	5B	30	9.15
	10B	50	15.25
Ordinario (moderado)	10B	30	9.15
	20B	50	15.25
Extraordinari (alto)	40B	30	9.15
	80B	50	15.25

Fuente: NFPA 10 – 2018

Finalmente, en base a los cálculos de cantidad, tamaño y tipo de riesgo de cada una de las áreas/sector de estudio podemos definir el diseño y colocación de los extintores en cada sector cumpliendo la necesidad de la prevención de incendio en la siguiente tabla de resumen 3.16

Tabla 3.16 Resumen de unidad de extintores y ubicación en el plano

Sector	U/Extintor	Ubicación	Tipo de Extintor	Potencial Extintor
1	1	Sala de control Skada	Polvo Químico ABC 5 kg	21A - 10B:C
2	1	Cuarto de maquinas	Polvo Químico ABC 5 kg	21A - 10B:C
3	2	Taller de mantenimiento	Polvo Químico ABC 10 kg	21A-20B-113B:C
4	3	Área de almacenamiento de combustible	ABC de Polvo Químico Seco (PQS)	21-A: 40-B: C

Fuente: Elaborada por el Autor

3.14 MAPA DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El mapa está basado en los análisis de tipo de riesgo y aplicación de la normativa NFPA, Meseri y la GTC-45 sin embargo, para realizar los cálculos de carga de fuego ponderado se utilizó el software Konstruir, dando como resultado general un $Q_s = 1047 \text{ Mj/m}^2$, debiendo hacer el análisis individual para mejor aplicación de las acciones emergentes.

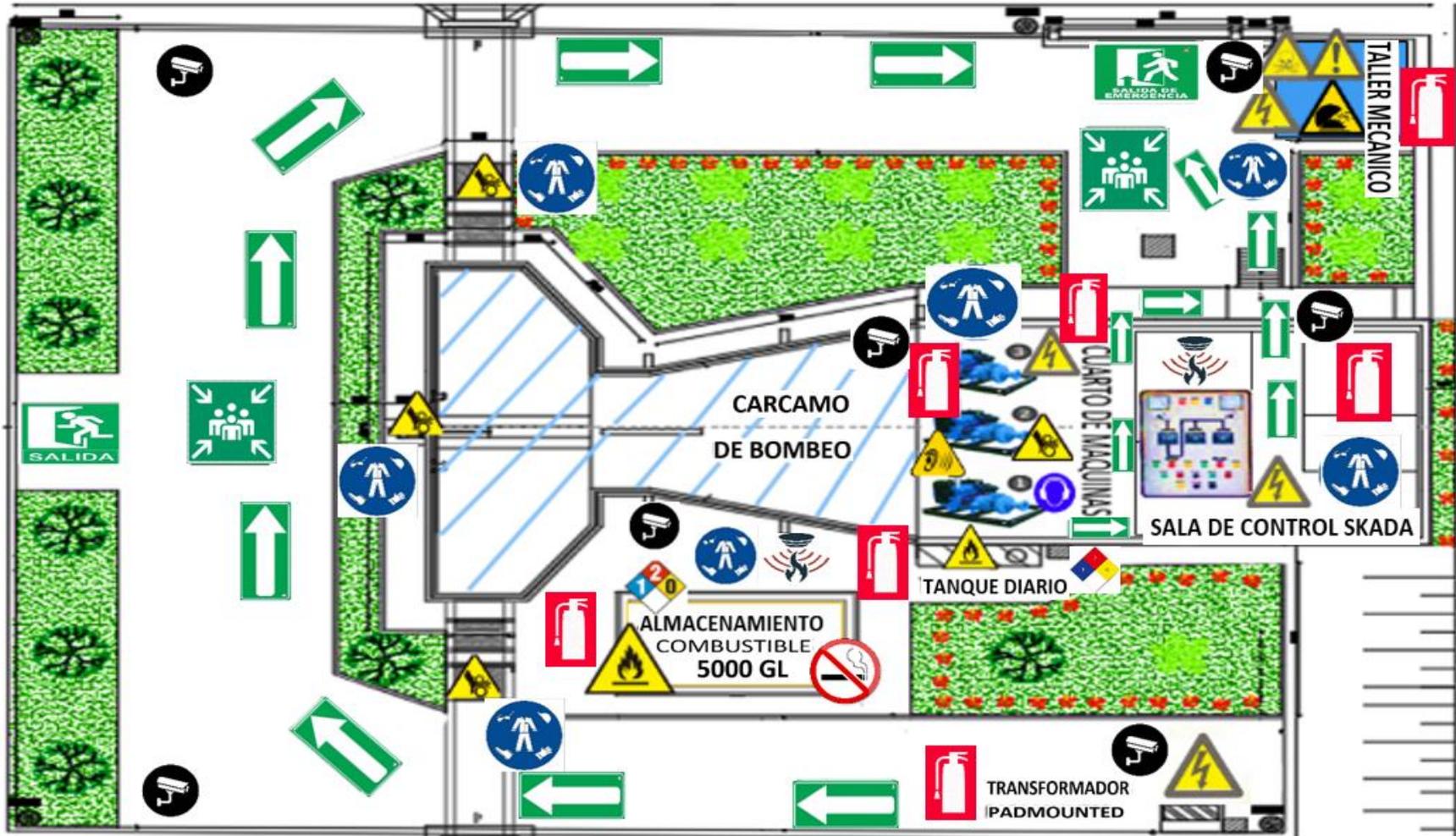
En la siguiente tabla 3.17, se presenta la simbología aplicada en el mapa y diseño del sistema contra incendio planteado.

Tabla 3.17 Simbología utilizada en el plano de riesgo

ITEMS	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		Uso obligatorio de EPP
2		Uso obligatorio de protección auditiva
3		Lugar vigilado
4		Detectore de humo
5		Prohibido fumar
6		Nivel de riesgo a la salud
7		Riesgo de atrapamiento
8		Riesgo de corte
9		Riesgo de electrocución
10		Riesgo de fuego
11		Riesgo auditivo
10		Riesgo de intoxicación
11		Ruta de evacuación
10		Punto de encuentro
11		Salida de emergencia
10		Ubicación de extintores

Fuente Elaborada por el Autor

Figura 3.16 Mapa y diseño del sistema contra incendios



Fuente: Elaborada por el Autor

CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS

El proyecto fue desarrollado con la finalidad de dar solución a un problema que ponía en riesgo la vida humana y los bienes materiales de una empresa, la cual desempeñaba funciones elementales de beneficio social a una población en general del cantón Naranjal, donde existían problemas de falta de control en normas de prevención y exposición a riesgos latentes de toda índole, y en especial de un posible incendio con daños directos y colaterales al sector público y privado.

Se logro evidenciar que las instalaciones se encontraban en una situación no muy favorable para el desarrollo de las actividades que allí se desarrollaban, debido a que tenían desorden en las áreas de trabajo, una mala distribución de planta, obstáculos en zonas de tránsito que en algún momento podían provocar un accidente.

El personal no usaba los equipos de protección personal, para la manipulación de herramientas, los uniformes en mal estado o falta de estos, además de sentirse desobligados por la falta de incentivos morales y económicos, debido a esto eran vulnerables a cometer actos de impudencia en el puesto de trabajo y provocar un accidente.

Los riesgos de exposición que fueron encontrados en la estación de bombeo fueron analizados para el desarrollo de estrategias de prevención, que puedan impedir o minimizar la probabilidad de consecuencia o un impacto menor que no cause perdidas humanas ni daños significativos a la estación en general.

También se pudo evidenciar que en la estación de bombeo existía un riesgo muy significativo dentro de las instalaciones, el cual era un tanque reservorio o depósito de combustible con una capacidad de 5000gl (diésel), que sin ningún sistema de prevención permanecía a la intemperie, siendo un tipo de riesgo de incendio considerables con magnitudes muy severas en caso de que se materialice un incendio, ya que además de eso a escasos 12m de distancia estaba ubicado un transformado de corriente trifásico, convirtiéndose en una bomba de tiempo para los trabajadores de la estación de bombeo.

De esta manera se evaluó el diseño del sistema de prevención aplicando las normativas de NFPA, GTC-45 y Meseri, para el desarrollo correcto de todos los análisis realizados en la estación de bombeo, ya que presentaba una magnitud de riesgo de incendio en el análisis general de 5,6 considerado como un riesgo medio, en la evaluación Meseri.

También se logró identificar los riesgos en toda el área de trabajo de la estación de bombeo, y se realizó el análisis de estos con la ayuda de la matriz GTC-45, dando como resultado los siguientes riesgos indicados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Riesgos encontrados

RIESGOS ENCONTRADOS EN LA ESTACION DE BOMBEO					
Análisis			Exposición		
Tipo de riesgo	Área	Cantidad de riesgo encontrado	Alto	Medio	Bajo
Mecánico	1-Sala de control Skada	2			x
Biológicos		0			
Ergonómicos		0			
Químico		1			x
Psicosociales		1			x
Ambiental		0			
Mecánico	2-Cuarto de maquinas	3			x
Biológico		1			x
Ergonómicos		1		x	
Químico		0			
Psicosociales		4			x
Ambiental		0			
Mecánico	3-Taller de mantenimiento	4		x	
Biológico		1			
Ergonómicos		1		x	
Químico		0			
Psicosociales		2			x
Ambiental		0			
Mecánico	4-Área de almacenamiento de combustible	2			x
Biológico		1			
Ergonómicos		1	x		
Químico		1			x
Psicosociales		1			x
Ambiental		0			

Fuente: Elaborada por el Autor

En la figura 4.1 se observan los riesgos encontrados y su porcentaje en cada área, donde se puede observar que las áreas de mayor riesgo encontrados son; el cuarto de máquinas con el 34%, el taller mecánico con el 33%, el área de almacenamiento de combustibles con el 20% y por último la sala de control Skada con el 13%. Esta información fue fundamental para la utilización en el análisis de probabilidad por exposición y consecuencia que se puede visualizar en la tabla 4.2, donde se evaluó cada una de las cuatro áreas de estudio de la estación de bombeo.

Figura 4.1 Porcentaje de riesgo en cada área de la estación de bombeo



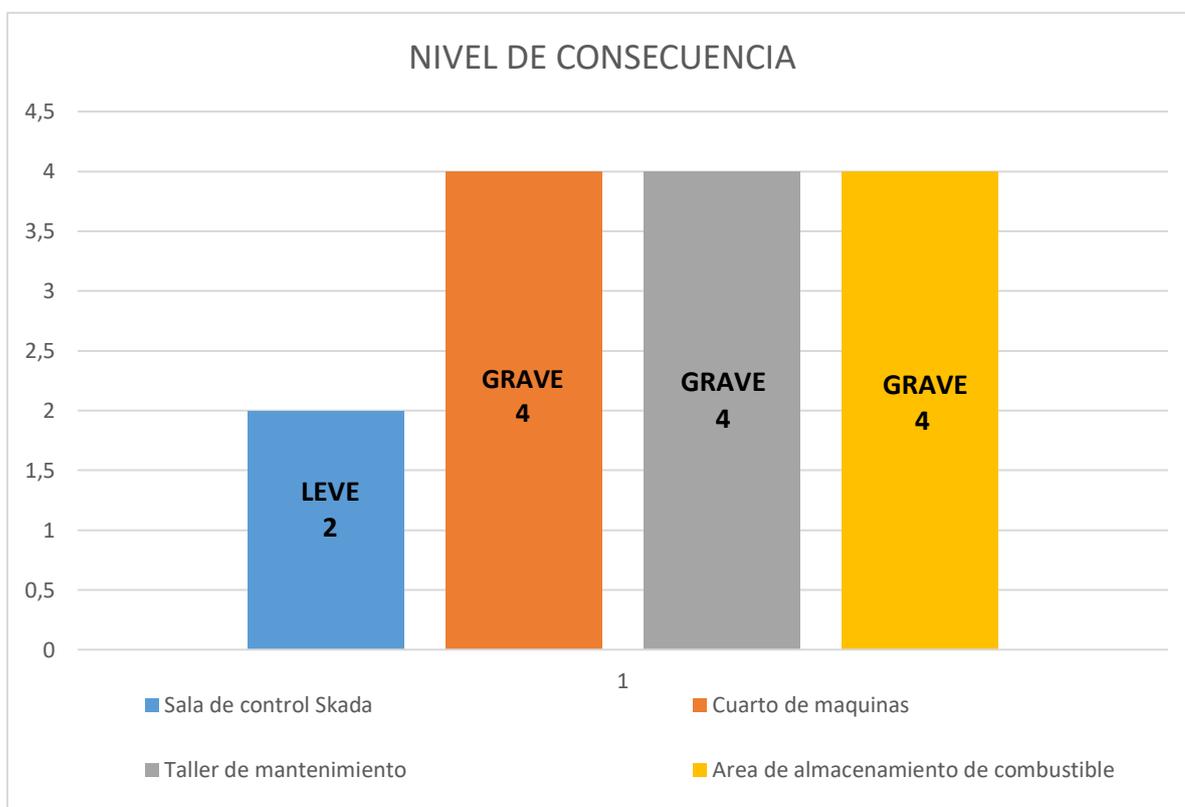
Fuente: Elaborada por el Autor

Tabla 4.2 Nivel de consecuencia

Área	Exposición	Probabilidad	Consecuencia
Sala de control Skada	Ocasional	2	Leve
Cuarto de Maquinas	Continua	4	Grave
Taller de Mantenimiento	Continua	4	Grave
Área de almacenamiento de Combustible	Continua	4	Grave

Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 4.2 Barra de nivel de consecuencia



Fuente: Elaborada por el Autor

Con la identificación de los riesgos a los cuales están expuesto los trabajadores como se identifican en la tabla 4.1, y la investigación de campo realizada en las instalaciones se pudo definir los riesgos existentes que afectan directamente a los trabajadores y también a los que están expuestos durante toda su jornada de labores por el simple hecho de estar dentro del radio de alcance de un posible siniestro de índole natural o accidentales.

Luego del análisis de los riesgos encontrados se propone la elaboración del mapa de riesgo de la estación de bombeo, con la ayuda de los datos recopilados durante la investigación y el software AutoCAD, donde podemos visualizar las respectivas áreas de peligros y los riesgos identificados. Donde también se implementó las respectivas señaléticas basados en la norma NTE INEN-439 las cuales son de carácter informativas, obligatorias y prohibición para el mejor entendimiento de los colaboradores.

4.2 CRONOGRAMA PROPUESTO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

El siguiente cronograma hace referencia a los tiempos propuestos para la realización y análisis de los criterios necesarios para la ejecución del proyecto.

Tabla 4.3 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO												
Fechas	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
SEMANA DE ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación de los equipos del sistema contra incendios pasivo												
Instalación de los equipos del sistema contra incendios activos												
Capacitaciones del personal												
Instalación de mapa de riesgo y señaléticas												

Fuente: Elaborada por el Autor

4.3 PRESUPUESTO

El siguiente presupuesto esta dado en base a los gastos ejercidos durante los procesos y actividades relacionadas para la ejecución del proyecto.

Tabla 4.4 Presupuesto tentativo a la ejecución del proyecto

PRESUPUESTO TENTATIVO PARA EJECUCION DEL PROYECTO			
ITEMS	RUBRO	ACTIVIDAD	COSTO
1	Materiales de sistema contra incendios pasivo	Instalación de equipos nuevos	\$ 2.000,00
2	Materiales de sistema contra incendios activo	Instalación de equipos nuevos	\$ 2.500,00
3	Mano de obra de instalación del sistema contra incendios	Instalación del sistema contra incendios	\$ 6.000,00
4	Señaléticas	Elaboración e instalación de señales de seguridad	\$ 200,00
5	Capacitaciones	Talleres de capacitación al personal	\$ 1.000,00
6	Mapa de riesgo	Elaboración e instalación de Mapa de riesgo en cartelera con pedestal 3x2m	\$ 350,00
Costo total			\$ 12.050,00

Fuente: Elaborado por el Autor

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo de titulación consistió en elaborar una propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de Aguas lluvias en el Cantón Naranjal, el cual fue realizado satisfactoriamente y fundamentado en base al análisis de la probabilidad de los riesgos, cálculo de carga de fuego de los elementos combustibles que existen en las instalaciones, y la probabilidad de que ocurra un posible incendio, teniendo como directrices la guía técnica colombiana GTC-45 y el método Meseri.

En el desarrollo del trabajo se pudo identificar los riesgos existentes en la Estación de Bombeo, en base a la Guía Técnica Colombiana GTC-45, los cuales fueron evaluados y medidos para poder ejecutar acciones de prevención que permitan al trabajador tener un ambiente laboral más seguro y minimice su exposición al riesgo.

También se elaboró un mapa de riesgo para mostrar de forma clara las zonas de peligro, teniendo como parámetro los requisitos establecidos en la Guía Técnica Colombiana GTC-45. Como parte del análisis fue necesario compartir con los colaboradores información referente al uso obligatorio de los EPP, e identificación de las señales de riesgo.

En el mapa de riesgo se estableció un diseño del sistema contra incendios, definido a través del análisis de cada una de las áreas de estudio en la estación de bombeo, para poder prevenir las acciones dañinas de un posible incendio. Además, en el mapa de riesgo se definió el tipo de señalética necesarias para la identificación inmediata de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los colaboradores en cada área de trabajo.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para este trabajo son definidas con el fin de tener una mejora continua y poder estar siempre preparados en caso de una emergencia.

- Evaluar periódicamente los riesgos existentes y nuevos que puedan surgir debido a cambios de la operatividad de la estación de bombeo, para realizar acciones de prevención inmediatas.
- Realizar capacitaciones y simulacros de siniestros de incendio o de otros tipos en las instalaciones de la estación de bombeo y evaluar los resultados del aprendizaje obtenido en las capacitaciones.
- En lo posible mejorar el sistema contra incendios de manera que siempre este actualizado y pueda ser de total confianza en el momento de una emergencia.
- Actualizar mapa de riesgo si se realizaran cambios estructurales o existieran nuevos peligros en la estación de bombeo.
- Crear cultura de prevención en los trabajadores ya que de ellos depende el desarrollo de las funciones operacionales de la estación y para minimizar de esta manera los accidentes de trabajo.
- La administración debe dar seguimiento a los criterios de seguridad en la estación de bombeo para que exista normas de rigor a seguir con el fin de alcanzar los objetivos planteados de la empresa con prevención y seguridad para los trabajadores.

BIBLIOGRAFIA

- Albornoz, S., Pierre, J., & Araya, S. (2016). *Fuego y los Incendios* (1ra ed.). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anb.cl/documentos_sitio/81229_4_Guia_Fuego.pdf
- Arizona, E. (2019, febrero 12). Sistema contra incendios | Componentes y tipos de sistema. *Escaleras Arizona*. <https://www.escalerasarizona.com/sistema-contra-incendios/>
- Cerda, C., & Leonel, K. (2017). “*Elaboración de un manual para la gestión de riesgos Físicos-Ambientales, mecánicos y ergonómicos en el área de talleres de la empresa automotores de la sierra-Assa Chevrolet, en la ciudad de Riobamba*”. 31.
- Díaz, J. M. C. (2018). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad y salud en el trabajo*. Editorial Tebar.
- Escuela Industrial Superior. (2020). *Ejercicio seleccion de extintores portatiles*.
- Gualan, P. (2023). *Transformador PADMOUNTED*. https://www.academia.edu/31682424/Transformador_PADMOUNTED
- Illescas, A., & Cruz, M. (2017). *Análisis del volumen óptimo de un tanque de almacenamiento para un sistema contra incendio*. 92.
- ISO 45001. (2018). *ISO 45001: Sistemas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo (OHSMS)*. <https://www.sgs-latam.com/es-es/sustainability/social-sustainability/audit-certification-and-verification/iso-45001-occupational-health-and-safety-management-systems-ohsms>
- Konstruir. (2012). *CALCULO Qs (CARGA DE FUEGO), En función a los materiales*. <http://konstruir.com/contraincendios/incen2.php>

- Litardo, C., Real, G., Cedeño, L., Rodríguez, K., Hidalgo, A., Zambrano, R., Litardo, C., Real, G., Cedeño, L., Rodríguez, K., Hidalgo, A., & Zambrano, R. (2020). Prevención de Riesgos Laborales en el cultivo de Pitahaya, Manabí, Ecuador. *Ingeniería Industrial*, 41(2).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59362020000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Llave, E. (2021). *Evaluación del riesgo de incendio, aplicando el método Meseri en las instalaciones de la empresa "Elio SAC". Arequipa – 2018.*
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5192/R_Llave_Trabajo_de_Investigacion_Bachiller_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maxiseguridad. (2019, abril 22). *NFPA 13: Instalación de Sistema de Rociadores.*
<https://www.maxiseguridad.com.ar/detalle-noticias-maxiseguridad/289/NFPA-13-Instalacion-de-Sistema-de-Rociadores>
- Moyano, G., & Nicole, J. (2022). *Plan de emergencia contra incendios y desastres naturales para una planta envasadora de gases industriales y medicinales de la ciudad de Guayaquil.* 74.
- NFPA Latino America. (1896). *NFPA en Español.* <https://www.nfpajla.org/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>
- NTE INEN-2251. (2013). *norma técnica ecuatoriana nte inen 2251:2013—Buscar con Google.*
https://www.google.com/search?q=+norma+t%C3%A9cnica+ecuatoriana+nte+inen+2251%3A2013&biw=1536&bih=746&sxsrf=AJOqlzUEkZzltDAiZ21dwzHu5isZYWGHSw%3A1675822574061&ei=7gXjY_-yA_iRwbkPluudsAc&ved=0ahUKEwj_4e7J7YT9AhX4SDABHZZ1B3YQ4dUDCA8&uact=5&oq=+norma+t%C3%A9cnica+ecuatoriana+nte+inen+225

1%3A2013&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAz0HCCMQ6gIQJ0oECEE
 YAEoECEYYAFDZC1jZC2DKFmgBcAF4AIABogGIAaIBkgEDMC4xmA
 EAoAEB0AECsAEKwAEB&sclient=gws-wiz-serp

Paiz, C. A. (2019). *Elaboración de evaluación inicial de riesgos laborales, mapa de riesgos laborales y plan de intervención, en base al Acuerdo Ministerial JCHG-000-08-09 del Ministerio de Trabajo, en planta de producción de alimentos Mauricio Díaz Müller UNAN-León, en el período comprendido de mayo 2017 a marzo 2018.*

Pantoja, J., Vera, S., & Aviles, T. (2017). Riesgos laborales en las empresas. *Polo del Conocimiento*, 2, 833. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i5.98>

Reynaldo, L. (2020). *Universidad de guayaquil. Ingeniería industrial*. 93.

Ruiz, C., García, A., Clanchet, G., Pérez, E., Benavides, F., & Mosby. (2022). *Salud Laboral: Conceptos Y Técnicas Para La Prevención de Riesgos Laborales*. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.es/books?id=zY1hEAAAQBAJ>

Servicio Tec. (2023). *Método Simplificado Meseri | Tecnología de la Seguridad*. Tecnología de la seguridad. <https://serviciostc.com/metodo-simplificado-meseri/>

Torres, T. D. (2019). *Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/3240>

Ucha, F. (2009). *Definición de Fuego*. Definición ABC. <https://www.definicionabc.com/general/fuego.php>

Verdú, F. J. M., & Ruiz, M. J. U. (2019). Mapa de riesgos del periodismo hi-tech. *Hipertext. net*, 18, 47-55.

ANEXO 1

Elaboración de Matriz GTC-45 en la estación de bombeo

MATRIZ : METODOLOGÍA GUÍA GTC-45 Version 2012-06-20

EMPRESA: ESTACION DE BOMBEO

Elaborado por: Juan Carlos Vizhco Vera. Estudiante de la Universidad Politecnica Salesiana

Revisión inicial: Enero 2023

Actualización: Normalmente cada año o en caso que ocurra algún cambio en los proceso operacionales, se minimice o controle algún factor de riesgo

"El informe tiene el carácter de un concepto técnico. Las conclusiones y/o recomendaciones en él contenidas se emiten en razón de la especialidad de los profesionales que intervinieron en su realización no tienen carácter vinculante ni obligatorio para la ESTACION DE BOMBEO"

PROCESO/CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIA, SI O NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO						VALORACIÓN DEL RIESGO		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN				
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	INTERPRETACIÓN DEL RIESGO	NIVEL DE CONCIENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Operador	cuarto de maquinas	operación de motores MWM	Encendido de motores, control y mantenimiento de los equipos de bombeo, medición de niveles en el cascarino de bombeo	SI	Golpes por los tubos y piezas móviles del motor	Biomecánicas	Fatiga física o lesiones como contusiones, cortes, heridas, fracturas y lesiones musculoesqueléticas en zonas sensibles como son los hombros, brazos, manos y espalda, Síndrome del Tunnel del Carpo.	Motores	Orden y limpieza de puesto de trabajo	Pausas activas, exámenes periódicos completos	2	3	6	ALTO	25	150	El Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	No Aceptable	N/A	N/A	Iluminación y colocación de protecciones a los elementos móviles	Continuar con las pausas activas del Programa de Medicina Preventiva, seguimiento mediante exámenes médicos periódicos.	N/A
				SI	Posturas incómodas al momento de dar mantenimiento	Biomecánicas	Dolores lumbares, cefaleas, a largo plazo complicaciones cardiovasculares cambio en el metabolismo, sedentarismo.	Area de trabajo	Realizar mantenimientos programados en lugar adecuado	Pausas activas	2	3	6	ALTO	10	60	El Mejor si es posible. Seria conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable	N/A	N/A	Continuar con las pausas activas del Programa de Medicina Preventiva, seguimiento mediante exámenes médicos periódicos.	Dotación de lentes y equipos adecuados de EPP incluyendo botas y guantes de seguridad.	
				SI	Atrapamiento y contacto con piezas a altos grados de temperatura del motor	Biomecánicas	Quemaduras producto de explosiones, cortaduras y lesiones en la piel.	Motores	Colocar varandas de protecciones para evitar las lesiones	capacitar al personal en prevención de riesgo en el puesto de trabajo	2	3	6	ALTO	25	150	El Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	No Aceptable	N/A	N/A	Inspecciones y mantenimiento periódico de redes eléctricas.	Señalización en zonas de Riesgo. Capacitaciones en control del Riesgo.	Dotación y adecuado uso de EPP incluyendo botas y guantes de seguridad.
				SI	Caidas a nivel o desnivel por piso húmedo al limpiar, con objetos en línea de paso peatonal, caídas por tropezones o distracciones.	De seguridad	Caidas, golpes, contusiones, lesiones en extremidades.	Area de trabajo	Señalización y cercamiento al momento de asear	capacitar al personal en prevención de riesgo en el puesto de trabajo	2	2	4	ALTO	25	100	El Mejor si es posible. Seria conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Mejorable	N/A	N/A	N/A	Señalización. Capacitaciones y campañas referentes a orden y aseo.	N/A
				SI	Carga laboral, responsabilidad, falta de recursos y ambiente de trabajo inadecuado para la ejecución de tareas cotidianas	Psicosocial	Estrés, consecuencias psicológicas, otras enfermedades.	Ambiente de trabajo	Mejorar el sistema de gestión	Programas de capacitación de manejo del estrés y beneficios laborales.	2	3	6	ALTO	25	150	El Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	No Aceptable	N/A	N/A	N/A	Se recomienda implementar actividades de gestión del riesgo psicosocial. Implementar capacitación en riesgo psicosocial y manejo del estrés.	N/A
				SI	Exposición a emanación de olores de excrementos de ratas y aves	Biológicos	Enfermedades profesionales	Ambiente de trabajo	Control de plagas	Uso de EPP	2	2	4	ALTO	25	100	El Mejor si es posible. Seria conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Mejorable	N/A	N/A	Continuar con el aseguramiento de muebles para evitar caída de objetos.	Aplicar el programa de Orden y Aseo.	N/A

ANEXO 2

Elaboración de método Meseri en la sala de control Skada

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS								
Nombre de la Empresa:		ESTACION DE BOMBEO		Fecha:	feb-23	Área:	CONTROL SKADA	
Concepto		Coficiente	Puntos	Concepto		Coficiente	Puntos	
CONSTRUCCION				DESTRUCTIBILIDAD				
Nº de pisos				Por calor				
1 o 2	menor de 6m	3	3	Baja	10	10		
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		sin destruirse	5			
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0			
10 o más	más de 28m	0						
Superficie mayor sector incendios				Por humo				
de 0 a 500 m ²		5	5	Baja	10	5		
de 501 a 1500 m ²		4		Media	5			
de 1501 a 2500 m ²		3		Alta	0			
de 2501 a 3500 m ²		2						
de 3501 a 4500 m ²		1						
más de 4500 m ²		0						
Resistencia al Fuego				Por corrosión				
Resistente al fuego (hormigón)		10	5	Baja	10	5		
No combustibel (metálica)		5		Media	5			
Combustible (madera)		0		Alta	0			
Falsos Techos				Por Agua				
Sin falsos techos (Galpon metalico)		5	3	Baja	10	5		
Con falsos techos incombustibles (Cemento,Piedra,Yeso)		3		Media	5			
Con falsos techos combustibles(Maderav, PVC,Palamidas)		0		Alta	0			
FACTORES DE SITUACIÓN				Factores de Propagabilidad				
Distancia de los Bomberos				Vertical				
menor de 5 km	5 min.	10	2	Baja	5	5		
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Media	3			
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6		Alta	0			
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2						
más de 25 km	25 min.	0						
Accesibilidad de edificios				Horizontal				
Buena		5	3	Baja	5	3		
Media		3		Media	3			
Mala		1		Alta	0			
Muy mala		0						
PROCESOS				SUBTOTAL (X) -----				
Peligro de activación				FACTORES DE PROTECCIÓN				
Bajo		10	5	Concepto		SV	CV	Puntos
Medio		5		Extintores portátiles (EXT)	1	2	2	
Alto		0		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	2	
Carga Térmica				Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2	
Bajo		10	0	Detección automática (DTE)	0	4	0	
Medio		5		Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5	
Alto		0		Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2	
Combustibilidad				SUBTOTAL (Y) -----				
Bajo		5	5	Factor B: BRIGADA INTERNA DE INCENDIO				
Medio		3		Concepto		Coficiente		
Alto		0		Brigada interna		Cf		
Orden y Limpieza				Si existe brigada / personal preparado		1	0	
Alto		10	No existe brigada / personal preparado		0			
Medio		5	10	CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)				
Bajo		0		$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1(BCI)$				
Almacenamiento en Altura					CALIFICACIÓN RIESGO (TOTAL P) SOBRE 10			
menor de 2 m.		3	2	Categoría:		RIESGO LEVE		
entre 2 y 4 m.		2						
más de 6 m.		0						
FACTOR DE CONCENTRACIÓN				OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.				
Factor de concentración \$/m²								
menor de 500		3	2					
entre 500 y 1500		2						
más de 1500		0						
Realizado por:		Revisado por:		Aprobado por:				
Valor de P	Categoría	RANGO	MIN	CALIFICACION				
0 a 2	Riesgo muy grave	0 a 2	0	RIESGO MUY GRAVE				
2,1 a 4	Riesgo grave	2,1 a 4	2,1	RIESGO GRAVE				
4,1 a 6	Riesgo medio	4,1 a 6	4,1	RIESGO MEDIO				
6,1 a 8	Riesgo leve	6,1 a 8	6,1	RIESGO LEVE				
8,1 a 10	Riesgo muy leve	8,1 a 10	8,1	RIESGO MUY LEVE				
Aceptabilidad	Valor de P							
Riesgo aceptable	P > 5							
Riesgo no aceptable	P ≤ 5							

ANEXO 3

Elaboración de método Meseri en Cuarto de Maquinas

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS									
Nombre de la Empresa:			ESTACION DE BOMBEO			Fecha: feb-23		Área: CUARTO DE MAQUINAS	
Concepto			Coeficiente		Puntos		Concepto		
CONSTRUCCION							DESTRUCTIBILIDAD		
Nº de pisos			Altura				Por calor		
1 o 2			menor de 6m		3		Baja		
3,4, o 5			entre 6 y 15m		2		sin destruirse		
6,7,8 o 9			entre 15 y 28m		1		Alta		
10 o más			más de 28m		0		Por humo		
Superficie mayor sector incendios							Baja		
de 0 a 500 m ²					5		Media		
de 501 a 1500 m ²					4		Alta		
de 1501 a 2500 m ²					3		Por corrosión		
de 2501 a 3500 m ²					2		Baja		
de 3501 a 4500 m ²					1		Media		
más de 4500 m ²					0		Alta		
Resistencia al Fuego							Por Agua		
Resistente al fuego (hormigón)					10		Baja		
No combustibel (metálica)					5		Media		
Combustible (madera)					0		Alta		
Falsos Techos							Factores de Propagabilidad		
Sin falsos techos (Galpon metalico)					5		Vertical		
Con falsos techos incombustibles (Cemento,Piedra,Yeso)					3		Baja		
Con falsos techos combustibles(Maderav, PVC,Palamidas)					0		Media		
FACTORES DE SITUACIÓN							Alta		
Distancia de los Bomberos							Horizontal		
menor de 5 km			5 min.		10		Baja		
entre 5 y 10 km			5 y 10 min.		8		Media		
entre 10 y 15 km			10 y 15 min.		6		Alta		
entre 15 y 25 km			15 y 25 min.		2		SUBTOTAL (X) -----		
más de 25 km			25 min.		0		73		
Accesibilidad de edificios							FACTORES DE PROTECCIÓN		
Buena					5		Concepto		
Media					3		SV		
Mala					1		CV		
Muy mala					0		Puntos		
PROCESOS							Extintores portátiles (EXT)		
Peligro de activación							Bocas de incendio equipadas (BIE)		
Bajo					10		Columnas hidratantes exteriores (CHE)		
Medio					5		Detección automática (DTE)		
Alto					0		Rociadores automáticos (ROC)		
Carga Térmica							Extinción por agentes gaseosos (IFE)		
Bajo					10		SUBTOTAL (Y) -----		
Medio					5		13		
Alto					0		Factor B: BRIGADA INTERNA DE INCENDIO		
Combustibilidad							Coeficiente		
Bajo					5		Brigada interna		
Medio					3		Cf		
Alto					0		Si existe brigada / personal preparado		
Orden y Limpieza							No existe brigada / personal preparado		
Alto					10		0		
Medio					5		CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)		
Bajo					0		5X 5Y		
Almacenamiento en Altura							P = $\frac{5X}{22} + \frac{5Y}{120} + 1(BCI)$		
menor de 2 m.					3		CALIFICACIÓN RIESGO (TOTAL P) SOBRE 10		
entre 2 y 4 m.					2		6,0		
más de 6 m.					0		Categoría: RIESGO MEDIO		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN							OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.		
Factor de concentración \$/m ²									
menor de 500					3				
entre 500 y 1500					2				
más de 1500					0				
Realizado por:			Revisado por:			Aprobado por:			
Valor de P		Categoría		RANGO		M		CALIFICACION	
0 a 2		Riesgo muy grave		0 a 2		0		RIESGO MUY GRAVE	
2,1 a 4		Riesgo grave		2,1 a 4		2		RIESGO GRAVE	
4,1 a 6		Riesgo medio		4,1 a 6		4		RIESGO MEDIO	
6,1 a 8		Riesgo leve		6,1 a 8		6		RIESGO LEVE	
8,1 a 10		Riesgo muy leve		8,1 a 10		8		RIESGO MUY LEVE	
Aceptabilidad		Valor de P							
Riesgo aceptable		P > 5							
Riesgo no aceptable		P ≤ 5							

ANEXO 4

Elaboración de método Meseri en Cuarto de Maquinas

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS									
Nombre de la Empresa:			ESTACION DE BOMBEO		Fecha:	feb-23	Área:	TALLER SOLDADURA	
Concepto			Coeficiente	Puntos	Concepto			Coeficiente	Puntos
CONSTRUCCION					DESTRUCTIBILIDAD				
Nº de pisos		Altura			Por calor				
1 o 2		menor de 6m	3	3	Baja		10	0	
3,4, o 5		entre 6 y 15m	2		sin destruirse		5		
6,7,8 o 9		entre 15 y 28m	1		Alta		0		
10 o más		más de 28m	0		Por humo				
Superficie mayor sector incendios					Baja		10	10	
de 0 a 500 m ²			5	Media		5			
de 501 a 1500 m ²			4	Alta		0			
de 1501 a 2500 m ²			3	5	Por corrosión				
de 2501 a 3500 m ²			2		Baja		10	0	
de 3501 a 4500 m ²			1		Media		5		
más de 4500 m ²			0	Alta		0			
Resistencia al Fuego					Por Agua				
Resistente al fuego (hormigón)			10	5	Baja		10	5	
No combustibel (metálica)			5		Media		5		
Combustible (madera)			0		Alta		0		
Falsos Techos					Factores de Propagabilidad				
Sin falsos techos (Galpon metalico)			5	5	Vertical				
Con falsos techos incombustibles (Cemento,Piedra,Yeso)			3		Baja		5	3	
Con falsos techos combustibles(Maderav, PVC,Palamidás)			0		Media		3		
				Alta		0			
FACTORES DE SITUACION					Horizontal				
Distancia de los Bomberos					Baja		5	5	
menor de 5 km		5 min.	10	Media		3			
entre 5 y 10 km		5 y 10 min.	8	Alta		0			
entre 10 y 15 km		10 y 15 min.	6	Subtotal (X)			79		
entre 15 y 25 km		15 y 25 min.	2	FACTORES DE PROTECCION					
más de 25 km		25 min.	0						
Accesibilidad de edificios					Concepto	SV	CV	Puntos	
Buena			5	5	Extintores portátiles (EXT)	1	2	2	
Media			3		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	2	
Mala			1		Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2	
Muy mala			0		Detección automática (DTE)	0	4	0	
PROCESOS					Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5	
Peligro de activación					Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2	
Bajo			10	5	Subtotal (Y)				
Medio			5					13	
Alto			0		Factor B: BRIGADA INTERNA DE INCENDIO				
Carga Térmica					Coeficiente				
Bajo			10	5	Brigada interna		Cf		
Medio			5		Si existe brigada / personal preparado		1	0	
Alto			0		No existe brigada / personal preparado		0		
Combustibilidad					CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)				
Bajo			5	3	$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1(BCI)$				
Medio			3		CALIFICACIÓN RIESGO (TOTAL P) SOBRE 10				
Alto			0		6,2				
Orden y Limpieza					Categoría:		RIESGO LEVE		
Alto			10	5	OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.				
Medio			5		Realizado por:				
Bajo			0		Revisado por:				
Almacenamiento en Altura					Aprobado por:				
menor de 2 m.			3	3					
entre 2 y 4 m.			2						
más de 6 m.			0						
FACTOR DE CONCENTRACIÓN									
Factor de concentración \$/m²									
menor de 500			3	2					
entre 500 y 1500			2						
más de 1500			0						

Valor de P	Categoría	RANGO	M	CALIFICACION
0 a 2	Riesgo muy grave	0 a 2	0	RIESGO MUY GRAVE
2,1 a 4	Riesgo grave	2,1 a 4	2	RIESGO GRAVE
4,1 a 6	Riesgo medio	4,1 a 6	4	RIESGO MEDIO
6,1 a 8	Riesgo leve	6,1 a 8	6	RIESGO LEVE
8,1 a 10	Riesgo muy leve	8,1 a 10	8	RIESGO MUY LEVE

Acceptabilidad	Valor de P
Riesgo aceptable	P > 5
Riesgo no aceptable	P ≤ 5

ANEXO 5

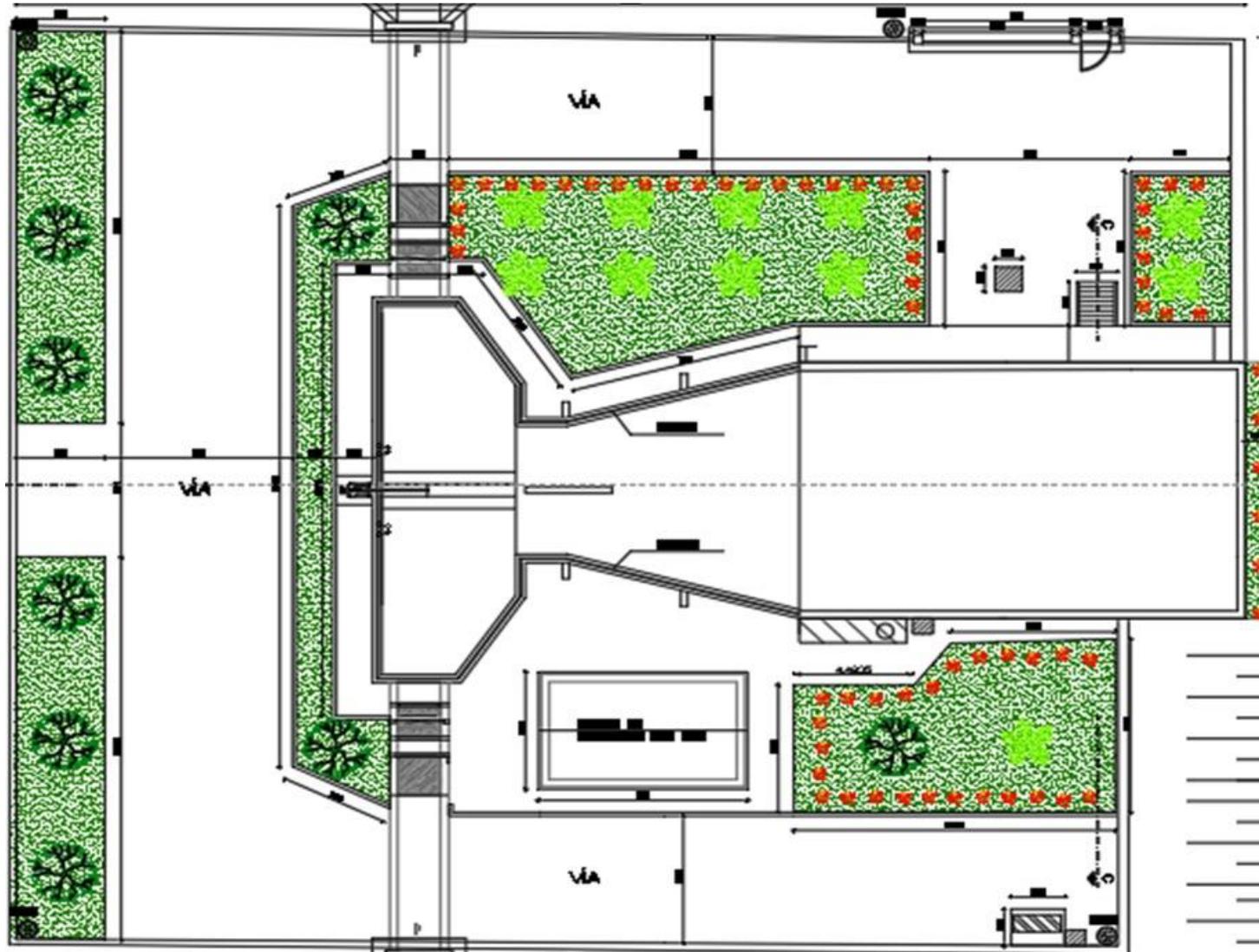
Elaboración de método Meseri en Cuarto de Maquinas

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS											
Nombre de la Empresa:		ESTACION DE BOMBEO			Fecha:	feb-23	Área:	AREA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE			
Concepto		Coefficiente	Puntos		Concepto		Coefficiente	Puntos			
CONSTRUCCION					DESTRUCTIBILIDAD						
Nº de pisos Altura					Por calor						
1 o 2	menor de 6m		3	3	Baja	10	0				
3,4, o 5	entre 6 y 15m		2		sin destruirse	5					
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m		1		Alta	0					
10 o más	más de 28m		0		Por humo						
Superficie mayor sector incendios						Baja	10	5			
de 0 a 500 m ²			5	Media	5						
de 501 a 1500 m ²			4	Alta	0						
de 1501 a 2500 m ²			3	5	Por corrosión						
de 2501 a 3500 m ²			2		Baja	10	0				
de 3501 a 4500 m ²			1		Media	5					
más de 4500 m ²			0		Alta	0					
Resistencia al Fuego						Por Agua					
Resistente al fuego (hormigón)			10	5	Baja	10	5				
No combustible (metálica)			5		Media	5					
Combustible (madera)			0		Alta	0					
Falsos Techos					Factores de Propagabilidad						
Sin falsos techos (Galpon metálico)			5	5	Vertical						
Con falsos techos incombustibles (Cemento, Piedra, Yeso)			3		Baja	5	3				
Con falsos techos combustibles (Maderav, PVC, Palamidias)			0		Media	3					
FACTORES DE SITUACION					Alta	0					
Distancia de los Bomberos					Horizontal						
menor de 5 k 5 min.			10	0	Baja	5	0				
entre 5 y 10 k 5 y 10 min.			8		Media	3					
entre 10 y 15 10 y 15 min.			6		Alta	0					
entre 15 y 25 15 y 25 min.			2		SUBTOTAL (X) -----				49		
más de 25 km 25 min.			0		FACTORES DE PROTECCIÓN						
Accesibilidad de edificios					Concepto		SV	CV	Puntos		
Buena			5	3	Extintores portátiles (EXT)	1	2	2			
Media			3		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	2			
Mala			1		Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2			
Muy mala			0		Detección automática (DTE)	0	4	0			
PROCESOS						Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5		
Peligro de activación					Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2			
Bajo			10	5	SUBTOTAL (Y) -----					13	
Medio			5		Factor B: BRIGADA INTERNA DE INCENDIO						
Alto			0		Brigada interna		Cf				
Carga Térmica					Si existe brigada / personal preparado		1		0		
Bajo			10	0	No existe brigada / personal preparado		0				
Medio			5		CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)						
Alto			0		$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1(BCI)$						
Combustibilidad					CALIFICACION RIESGO (TOTAL P) SOBRE 10						
Bajo			5	0	Categoría: RIESGO MEDIO						
Medio			3								
Alto			0								
Orden y Limpieza					OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.						
Alto			10	5							
Medio			5								
Bajo			0								
Almacenamiento en Altura											
menor de 2 m.			3	2							
entre 2 y 4 m.			2								
más de 6 m.			0								
FACTOR DE CONCENTRACION											
Factor de concentración \$/m²											
menor de 500			3	3							
entre 500 y 1500			2								
más de 1500			0								
Realizado por:		Revisado por:			Aprobado por:						

Valor de P	Categoría	RANGO	MINIMO	CALIFICACION
0 a 2	Riesgo muy grave	0 a 2	0	RIESGO MUY GRAVE
2,1 a 4	Riesgo grave	2,1 a 4	2,1	RIESGO GRAVE
4,1 a 6	Riesgo medio	4,1 a 6	4,1	RIESGO MEDIO
6,1 a 8	Riesgo leve	6,1 a 8	6,1	RIESGO LEVE
8,1 a 10	Riesgo muy leve	8,1 a 10	8,1	RIESGO MUY LEVE
Aceptabilidad	Valor de P			
Riesgo aceptable	P > 5			
Riesgo no aceptable	P ≤ 5			

ANEXO 6

Mapeo Inicial de la estación de bombeo en AutoCAD



ANEXOS 7

Capacitaciones al personal prevención de riesgo contra incendio



ANEXOS 8

Uso de extintores



Capacitaciones al personal uso de extintores y traslado de heridos en coordinacion con el cuerpo de bomberos

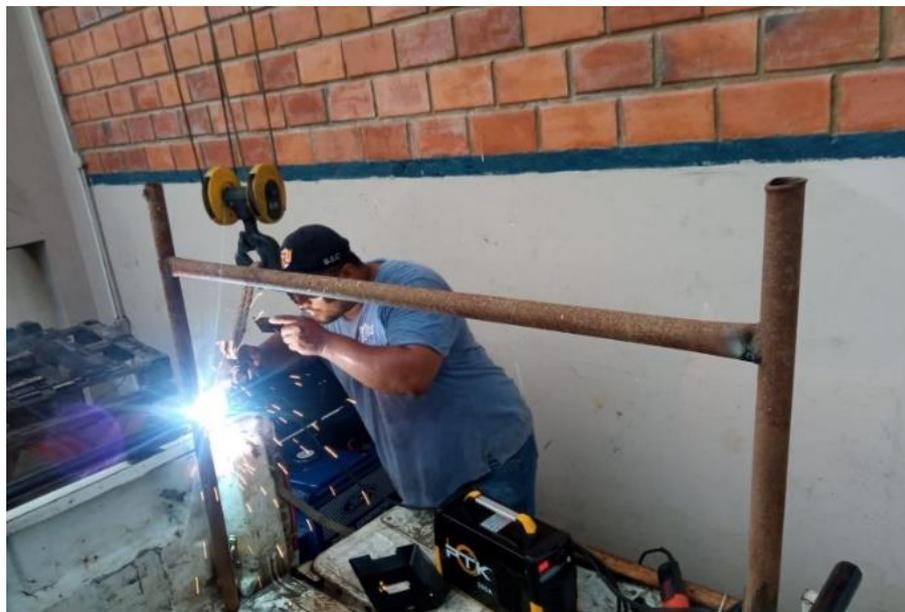


ANEXOS 9

Trabajos de mantenimiento que se realizan en la estación de bombeo, donde se identifica la exposición a los riesgos y el uso incorrecto de maquinarias y herramientas, falta de EPP.



Mantenimiento correctivo, Falta de EPP



Mantenimiento de limpieza de alcantarillas, Falta de EPP



Trabajos de mantenimiento preventivo, riesgo ergonómico, falta de EPP.



Mantenimiento correctivo, riesgo físico (quemaduras, atrapamiento, cortes) falta de EPP



Trabajos en el área de almacenamiento de combustible, limpieza de eses de aves y roedores, riesgo biológico, físico, falta de EPP, caída a distinto nivel.



Traslado de combustible diariamente, riesgo ergonómico, mecánico, físico, químico.

