UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

ESTUDIO DE CARGA DE FUEGO PARA LOS ALMACENES DE REACTIVOS QUIMICOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EL ROLLO (E.L.A.P.A.S.), SUCRE

DIPLOMADO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL, SALUD EN EL TRABAJO Y RESPONSABILIDAD SOCIAL VERSION II

Freddy Armando Hinojosa Barahona

Sucre - Bolivia

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención del Diploma en seguridad industrial, salud en el trabajo y responsabilidad social versión II de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Freddy Armando Hinojosa Barahona

Sucre, mayo de 2024

DEDICATORIA

Dedico esta monografía a:

Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

Mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Mis hermanos, hermanas, cuñados, cuñadas, sobrinos y sobrinas por estar ahí cundo más las necesitaba.

Es por ellos que soy lo que soy ahora

Los amo con mi vida

AGRADECIMIENTOS

Esta monografía es el resultado de la preparación, esfuerzo y mucha dedicación durante los años en la universidad, por eso agradezco a:

Dios, por darme vida, salud, fuerzas para vencer todos los obstáculos que se presentaron.

La universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, la Facultad de Ciencias y Tecnología y la unidad de posgrado de la facultad de tecnología por darme cobijo en sus aulas y verme vencer cada obstáculo.

Todos los docentes de ingeniería Química y de ingeniería industrial, por compartirme sus conocimientos y enseñanzas para mi formación profesional, Todos mis compañeros, compañeras, Amigos y amigas por estar ahí y compartir momentos buenos y difíciles durante la carrera

Mis padres, Modesto Hinojosa y Dominga Barahona por todo su amor, apoyo incondicional. Y a todos mis hermanos y hermanas por estar siempre ahí apoyándome.

RESUMEN

El estudio de carga de fuego para la planta de tratamiento de agua potable el rollo, sucre es una necesidad y muy importante para la empresa (E.L.A.P.A.S.) para la prevención y protección contra incendios. Donde este estudio nos permite determinar la carga de fuego, para cada almacén, posteriormente el nivel de riesgo y luego el número de extintores necesarios para poder implementarlo a los respectivos almacenes, según la NB 58005.

En función de la revisión bibliográfica, el inventario de reactivos químicos nos permite aclarar que los reactivos químicos que se manipulan en la planta no se consideran como combustibles, razón por la cual el nivel de riesgo se determinó "bajo", es por ello el cálculo de numero de extintores sale uno para cada almacén.

De tal manera se propuso un procedimiento para realizar mantenimiento de extintores, para que el operador mismo de la planta realice el respectivo mantenimiento en función al procedimiento propuesto en base a ISO 9001.

INDICE

CAPITULO I 1

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 Antecedentes 2

1.2 Justificación 6

1.2.1 Social 6

1.2.2 Económica 6

1.2.3 Legal 6

1.3 Situación problemica 7

1.3.1 Formulación del problema de investigación 9

1.4 Objetivos 9

1.4.1 Objetivo General 9

1.4.2 Objetivos Específicos 9

1.5 Metodología 9

1.5.1 Enfoque 9

1.5.2 Alcance de la investigación 9

1.5.3 Tipo de investigación 9

CAPITULO II 12

2 DESARROLLO 12

2.1 Marco teórico 12

2.1.1 Teoría de Fuego 12

2.1.2 Clases de Fuego: 13

2.1.3 Causas de los incendios 13

2.1.4 Prevención de Incendios 14

2.1.5 Tipos y clasificación de extintores 15
2.2 Marco conceptual 20
2.2.1 Accidente: 20
2.2.2 Desastre: 21
2.2.3 Alerta: 21
2.2.4 Brigada de emergencia: 21
2.2.5 Combustión: 21
2.2.6 Comburente: 21
2.2.7 Riesgo: 21
2.2.8 Conato de incendio: 21
2.2.9 Peligro: 22
2.2.10 Emergencia: 22
2.2.11 Plan de emergencia: 22
2.3 Marco contextual 22
2.3.1 Descripción de la planta 23
2.3.2 Misión 25
2.3.3 Visión 25
2.4 Información y datos obtenidos 25
2.4.1 Determinación de Carga de fuego 26
2.5 Diagnostico 27
2.5.1 Determinación del nivel de riesgo especifico o particular de cada área o ambiente dentro de una instalación aplicando el método básico 30
2.5.2 Determinación de numero de extintores 31
2.5.3 Procedimiento para realizar mantenimiento de extintores 37

2.6 Análisis y discusión 41
3 CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES 42
3.1 Resultados 42
3.2 Conclusiones 43
3.3 Recomendaciones 45
4 BIBLIOGRAFIA 46
5 ANEXOS 48

Índice de cuadros

Cuadro i: cuadro de antecedentes..... 2
Cuadro ii: matriz de diseño metodológico 10
Cuadro iii: clasificación de los extintores de acuerdo al tipo de fuego..... 15
Cuadro iv: Metodología para la determinación del peso de cada material 17
Cuadro v: Georreferenciación..... 22

Índice de figuras

Figura i: Identificación del problema 8
Figura ii: triángulo del fuego 12
Figura iii: Equipos de protección contra incendios 14
Figura v: Método de valoración de carga de fuego 16
Figura vi: Método de determinación de carga de fuego por peso 16
Figura iv: Organigrama 23

Índice de tablas

Tabla i: Determinación del coeficiente de peligrosidad por grupo de materiales 17
Tabla ii: Riesgos de activación 19
Tabla iii: Niveles de riesgo intrínseco 20
Tabla iv: datos generales de la entidad 23
Tabla v: Almacenes de los reactivos químicos 24
Tabla vi: área de estudio 26
Tabla vii: Inventario de reactivos químicos 27
Tabla viii: Ficha técnica de cálculo de carga de fuego 28
Tabla ix: Determinación de carga de fuego para Al2(SO4)3 28
Tabla x: Determinación de carga de fuego para CaO 28
Tabla xi: Determinación de carga de fuego para Ca(ClO)2 29
Tabla xii: Determinación del nivel de riesgo 29
Tabla xiii: determinación de cantidad de material 30
Tabla xiv: determinación del riesgo especifico 31
Tabla xv: Potencial extintor (aproximado) 31
Tabla xvi: Fuegos clase A (según NFPA 10) 32
Tabla xvii: Fuegos clase B (estimado según NFPA 10) 33
Tabla xviii: Fuegos clase B (estimado según NFPA 10) 33
Tabla xix: Calculo de numero de extintores 33
Tabla xx: Calculo de costos promedios por accidente de trabajo 36
Tabla xxi: Costo de extintores requeridos 36
Tabla xxii: operaciones de mantenimiento trimestral 38
Tabla xxiii: recarga de extintores 39
Tabla xxiv: Nivel de riesgo 42
Tabla xxv: Carga de fuego 42
Tabla xxvi: Numero de extintores 42

Anexos

Anexo i: planta de tratamiento de agua potable el rollo..... 48
Anexo ii: almacén de sulfato de aluminio..... 48
Anexo iii: almacén de óxido de calcio..... 49
Anexo iv: almacén de cloruro de aluminio..... 49

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

La carga de fuego es un indicador de la magnitud del riesgo potencial de incendio que presenta un edificio o instalación industrial. Es decir, el daño que se podría ocasionar en caso de incendio en un determinado establecimiento. Este valor es muy útil para determinar las instalaciones de detección y control de incendios, como también para determinar las características constructivas de la edificación. (Rodríguez, 2021)

Se define carga de fuego como el peso en madera por unidad de superficie (Kg. / m2), capaz de desarrollar una cantidad de calor por combustión equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio sometido a estudio. (Rodríguez, 2021)

Los incendios provocan cada año cuantiosas pérdidas, tanto a las empresas como a la sociedad en su conjunto, al margen del daño irreparable que supone la pérdida de vidas humanas. (Bernal, 2018)

Debido a ello la prevención contra incendios es considerado un aspecto muy importante en la seguridad, pero no siempre es valorado en su justa medida, dado a que la cultura preventiva en nuestro país, recién se encuentra en evolución. (Bernal, 2018)

En Bolivia, el número de siniestros que acontecen a causa de incendios, son relativamente escasos, comparado con otros países que tienen mayor cantidad de industrias, pero a un asi, en los incendios contabilizados hasta el día de hoy, a menudo se llegaron a registrar pérdidas materiales y de vidas humanas considerables. (Bernal, 2018)

Es por todo ello que, en la presente monografía, se realizara un estudio que determine la carga de fuego existente en los depósitos de los reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo (E.L.A.P.A.S.) con el fin de conseguir un valor numérico que nos servirá como dato y punto de partida para poder establecer medidas que eviten la propagación del fuego en caso de incendios

1.1 Antecedentes

La planta de tratamiento de agua potable, el rollo (E.L.A.P.A.S.) cuenta con registros de eventos de incendios en sus alrededores. Toda actividad, empresa, proyecto, sea público o privado, contempla como parte de su gestión la prevención de cualquier tipo de accidente o contingencia que ponga en riesgo a las personas, sean estos trabajadores propios o ajenos. La Legislación en Seguridad y Salud Ocupacional vigente en nuestro país establece diferentes obligaciones al respecto y condiciones, tanto para el empleador como para el empleado citamos al Decreto ley 16998, el mismo que indica que todos los lugares de trabajo deben contar con medios mínimos necesarios para prevenir y combatir los incendios, la entidad debe conocer el tipo de riesgo de sus instalaciones, ya que dependiendo del tipo de materiales que se almacenan o se manipulen, incluso los materiales constituyentes de la infraestructura, podrán identificarse dentro de las instalaciones de la entidad. (Multisectorial, 1979)

Cuadro i: cuadro de antecedentes

Autor	**Titulo**	**Teorías Aplicadas**	**Objetivo**	**Resultado**
Ing. Guido Salazar Nava	estudio de carga de fuego y cálculo de número de extintores para el gobierno autónomo municipal de anzaldo (g.a.m. de anzaldo)	Se realizó un estudio de carga de fuego y cálculo de numero de extintores por el método de determinación de carga de fuego por peso	**1.-** Realizar un diagnóstico de las oficinas y materiales almacenadas que tiene características de combustibilidad en la entidad. **2.-** Calcular la carga de fuego de cada planta del edificio Central del Gobierno Autónomo Municipal de Anzaldo,	**1.-** Realizado el diagnóstico en las oficinas del Edificio Central del Gobierno Autónomo Municipal de Anzaldo (G.A.M. de Anzaldo), se logró identificar la existencia de 3 áreas de análisis (Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso), para la carga de fuego que tienden a poder ocurrir incendio por la cantidad de papelería que cuenta en cada oficina y otros elementos de combustión. **2.-** Obtenida la carga de fuego en unidades de (Kg/m2) para las oficinas de planta baja y oficinas de primer piso fueron mayores a 16 (kg/m2) por lo que se procedió a elegir extintores de tipo 2A,

			aplicando criterios y método que establece la NB 58005. **3.-** Determinar la cantidad de extintores que se empleará en caso de incendios en la entidad.	para oficinas de segundo piso fue menor a 15 (Kg/m2), por lo que se procedió a elegir extintores del tipo 1A. **3.-** Determinada la cantidad de extintores para las oficinas de planta baja, primer piso son 4 extintores de clasificación 2A por distancia de recorrido ya que cada extintor debe estar a una distancia de 23 metros y para el segundo piso 1 extintor de clasificación 1A, mostrados en los planos de las Figuras 9, 10 y 11 según de distancia de recorrido mostrados en la norma NB/ISO 58002. (NAVA, 2024)
Miguel Ángel Suarez Anagua	estudio de carga de fuego y cálculo de número de extintores para la empresa municipal de agua potable y alcantarillado Quillacollo (EMAPAQ)	Se realizó un estudio de carga de fuego y cálculo de numero de extintores por el método de determinación de carga de fuego por peso	**1.-** Realizar un diagnóstico de las oficinas y materiales almacenadas que tiene características de combustibilidad en la entidad. **2.-** Calcular la carga de fuego de cada área del del Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Quillacollo, aplicando criterios y método que establece la NB 58005. **3.-** Determinar el número de extintores que se empleará en caso de incendios en la entidad.	**1.-** Realizado el diagnóstico en las oficinas del Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Quillacollo (EMAPAQ), se logró identificar la existencia de 2 áreas de análisis (Planta Baja, Planta Primer Piso), para la carga de fuego que tienden a poder ocurrir incendio por la cantidad de papelería que cuenta en cada oficina y otros elementos de combustión. **2.-** Obtenida la carga de fuego en unidades de (Kg/m2) para las oficinas de planta baja y primer piso fueron mayores a 16 (kg/m2) por lo que se procedió a elegir extintores de tipo 2A. **3.-** Determinada la cantidad de extintores para las oficinas de planta baja, son 2 extintores de clasificación 2A por distancia de recorrido ya que cada extintor debe estar a una distancia recorrido de 23 metros, se muestra en los planos de las Figuras 9 y 10 según la norma NB/ISO 58002. (Anagua, 2024)

Esp. Arq. Borromeo, Mariela Ing. Laboral Ibáñez, Marcelo Esp. Arq. Angiolini, Hernán Esp. Arq. Povrzenic, Javier Arq. Jacinto, Natalia Arq. Manavella, Andrea Arq. Floriani, Eduardo Esp. Luciani, Flavio	Estudio de carga de fuego de elementos de mobiliario estandarizado	Este trabajo es resultado de dos Proyectos de Investigación, radicados en la FAPyD (UNR), sobre análisis y evaluación de la carga de fuego en elementos de mobiliario estandarizado que, a partir de un tipo de investigación empírica, exploratoria, descriptiva y analítica, realizada mediante un proceso de observación y medición planificado,	1.- Evaluar la carga de fuego de elementos usuales de equipamiento edilicio (mobiliario, elementos decorativos, etc.) a partir del análisis y cuantificación de sus componentes. 2.- Sistematizar un método de evaluación de carga de fuego de los componentes específicos de los elementos usuales de equipamiento. 3.- Construir una tabulación de los valores obtenidos de manera de permitir un ajustado y estandarizado valor de carga de fuego del mobiliario analizado. 4.- Sistematizar un procedimiento de análisis y evaluación de carga de fuego por habitación determinando el riesgo presunto; 5.- Proponer un sistema de etiquetado, que permita reflejar	En determinadas condiciones de análisis, los diagnósticos determinan una alta probabilidad de riesgo de incendio. A partir de esta observación surge la necesidad imperiosa de actuar con responsabilidad y precaución en la elección del equipamiento y sistemas constructivos que se definen al proyectar. Dicha elección que emerge en el proceso inicial de diseño, requiere el estudio de documentación técnica específica que posibilite analizar y conocer los componentes y características de cada elemento seleccionado con el fin de abordar el proyecto de manera integral. Asimismo, se deben cumplir sin excepciones los requisitos establecidos por la reglamentación vigente referida a las instalaciones para prevención de incendio con el objetivo de garantizar y asegurar su funcionamiento al momento de producirse una situación de emergencia. Asimismo, la estandarización del procedimiento de cálculo, sumado a las tablas de los mobiliarios procesados en este trabajo, generan la posibilidad de clasificar a los edificios y/o construcciones por medio de etiquetas que evidencien su nivel de riesgo y comportamiento frente al fuego en función del equipamiento y mobiliario seleccionado, además de los componentes que integran la materialización de la estructura y envolvente. (Laboral Ibañez Marcelo, 2023)

		plantearon sistemáticamente	el comportamiento ante el fuego esperable de un elemento de mobiliario o de locales.	
Empresa portuaria Arica	estudio de carga de fuego empresa portuaria Arica	El proyecto considera la revisión de los sistemas de protección contra incendios existentes y el análisis de su cumplimiento normativo, el estudio de carga combustible.	El objetivo de este documento es determinar la carga de fuego de cada uno de los recintos antes mencionados. En base a los valores obtenidos se definirán las clasificaciones de las distintas instalaciones.	De las condiciones de Seguridad Contra Incendios" de la OGUC. En la Ordenanza se establecen requerimientos de Resistencia al Fuego para los elementos de Construcción de Edificios en función de parámetros tales como metros construidos, cantidad de pisos de edificios y de la densidad de carga combustible. Se observa que en muchos casos la carga combustible será variable, ya que las áreas de almacenamiento de mercancías no están segregadas ni tampoco se han definido las cantidades máximas de almacenaje. (Arica, 2016)

Fuente: (resumen de los documentos mencionados)

1.2 Justificación

El incendio se podría ocasionar en el momento menos esperado, donde un personal de trabajo no quiere pasar o estar frente a un accidente, un desastre que podría tener muchas consecuencias, por lo que nos hace pensar que tenemos que estar preparados para una emergencia, para así poder ayudar o proteger al personal de la planta.

1.2.1 Social

actualmente está empresa no cuenta con personal capacitado para manejo de seguridad laboral y prevención de riesgos laborales, es por esa razón que se propone el respectivo estudio de carga de fuego, para:

- ✓ Evitar la muerte directa de las personas en un incendio
- ✓ Prevenir y minimizar las posibles quemaduras en las personas en el caso de incendio
- ✓ Prevenir daños materiales
- ✓ Proporcionar la tranquilidad de las personas cediéndolos un ambiente confiable y seguro en caso de incendio. (flores, 2022)

1.2.2 Económica

La inversión que se pretende realizar beneficiará a todo el personal de la planta tanto a la empresa misma.

En caso de incendios:

- ✓ Costos de reparación de infraestructuras
- ✓ Costos de los gastos médicos de los accidentados
- ✓ Costos de los artículos nuevos para sustituir
- ✓ Costos de los materiales nuevos
- ✓ Costos de los reactivos químicos nuevos. (flores, 2022)

1.2.3 Legal

- ✓ La Legislación en Seguridad y Salud Ocupacional vigente en nuestro país establece diferentes obligaciones al respecto y condiciones, tanto para el empleador como para los trabajadores citamos al Decreto ley 16998, el mismo que

> indica que todos los lugares de trabajo deben contar con medios mínimos necesarios para prevenir y combatir los incendios, la entidad debe conocer el tipo de riesgo de sus instalaciones, ya que dependiendo del tipo de materiales que se almacenan o se manipulen, incluso los materiales constituyentes de la infraestructura, podrán identificarse dentro de las instalaciones de la entidad. (Anagua, 2024)

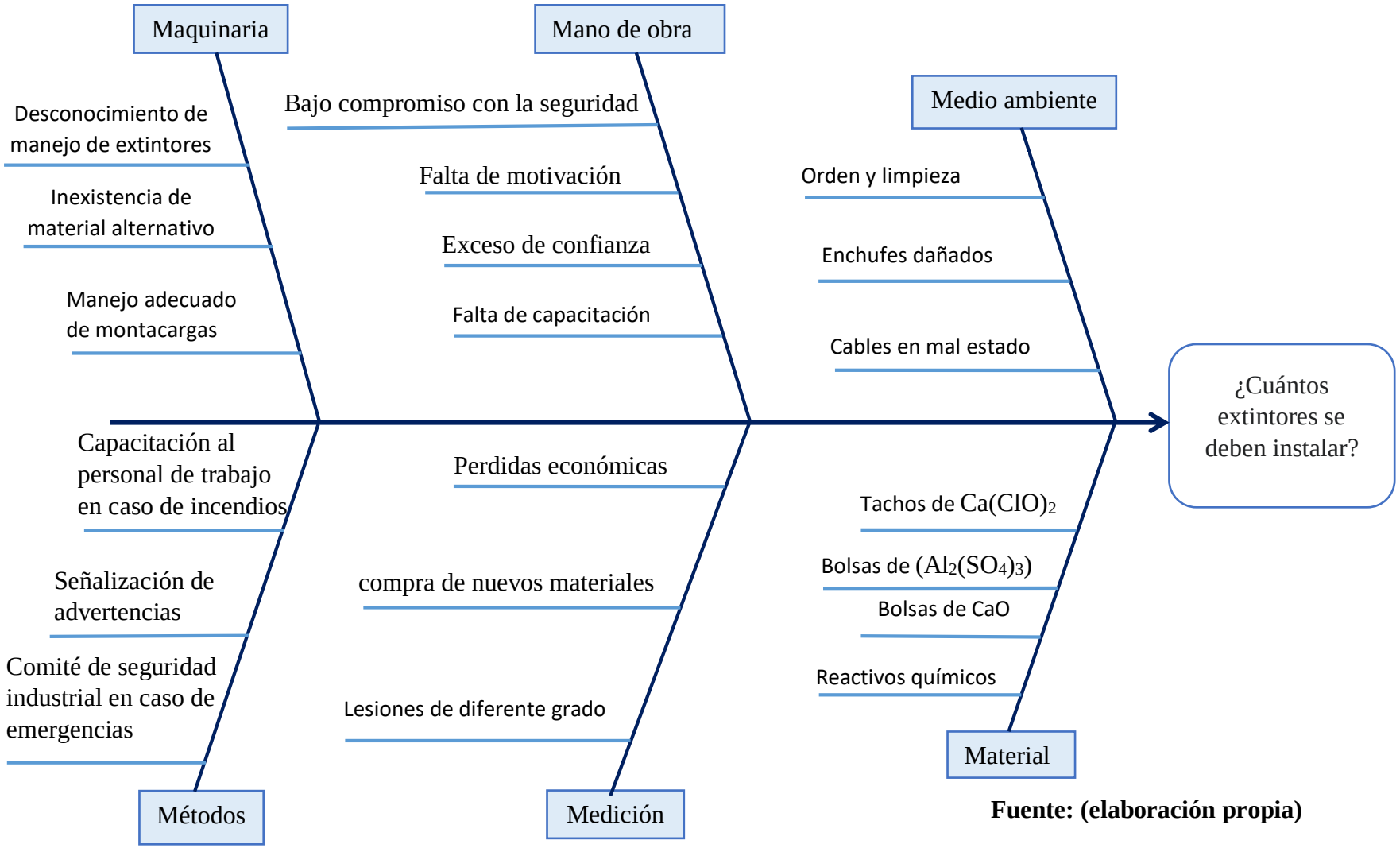
1.3 Situación problémica

¿La empresa cuenta con equipos de lucha contra incendios en sus almacenes?

No, no cuenta con sus respectivos extintores.

Figura i: Identificación del problema

- **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: (elaboración propia)

1.3.1 Formulación del problema de investigación

¿Qué carga de fuego se tiene presente en los almacenes de los reactivos químicos, en la planta de tratamiento de agua potable el rollo, sucre?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de carga de fuego para los almacenes de reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo (E.L.A.P.A.S.), sucre.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar la revisión bibliográfica
- ✓ Realizar un inventario de reactivos químicos
- ✓ Calcular la carga de fuego de cada almacén según NB 58005
- ✓ Determinar el nivel de riesgo según NB 58005
- ✓ Calcular el número de extintores según NB 58005
- ✓ Determinar costos de implementación
- ✓ Proponer un procedimiento para realizar mantenimiento de extintores.

1.5 Metodología

1.5.1 Enfoque

El enfoque será cuantitativo, como resultado se pretende determinar la carga de fuego y determinar en número de extintores según el lugar donde se requieran y ayudar al personal de trabajo en caso de incendio.

1.5.2 Alcance de la investigación

El alcance comprende el Estudio de Carga de Fuego en los almacenes de los reactivos químicos en la planta de tratamiento de agua potable el rollo según la Norma Boliviana 58005.

1.5.3 Tipo de investigación

La monografía se desarrollará en base a una investigación de tipo descriptivo con lo cual se evaluará el estudio de carga de fuego. Los métodos preliminares para determinar carga de fuego son:

1.5.3.1 Investigación bibliográfica-documental

Se emplea una investigación bibliográfica-documental donde se pueda conocer los métodos de evaluación del riesgo de incendio, fórmulas de carga de fuego y normativas a seguir para el diseño, así la información se proveerá de fuentes bibliográficas confiables. (Anagua, 2024)

1.5.3.2 Investigación de Campo

Debido a la necesidad de ingresar a los diferentes almacenes de reactivos químicos que conforma la (E.L.A.P.A.S.), para observar de forma directa la condición actual de su ambiente laboral y por medio de apuntes, fotografías específicas de las diferentes áreas, se recopila información verídica para aplicar los métodos de evaluación seleccionados, mediante el cual se realizara el cálculo de carga de fuego, la cual se determina siguiendo lineamientos de la norma NB 58005. (Anagua, 2024)

Cuadro ii: matriz de diseño metodológico

Objetivos específicos	Método	Técnica	Instrumentos	Resultado esperado
Realizar la revisión bibliográfica	Bibliográfico-documental	Buscar documentos similares al respecto	▪ Libros ▪ Registros ▪ Proyectos ▪ Artículos científicos	Bases de teorías, métodos y técnicas que se van a aplicar en el presente trabajo
Realizar un inventario de los reactivos químicos	Observación directa y análisis	Mediante los cálculos matemáticos en base a NB 58005	▪ Lista de materiales por almacén ▪ Tomar fotografías	Se podrá determinar el peso total de la carga para su respectivo calculo
Calcular la carga de fuego de cada almacén según NB 58005	Análisis y calculo	Observación de los ambientes y recolección de información	▪ Hoja de cálculos ▪ formulas	Se podrá tener en valor total de carga de la fuego

Calcular el número de extintores según NB 58005	Análisis y calculo	Operaciones matemáticas	▪ Hoja de cálculos ▪ formulas	Determinar el número de extintores necesarios para en caso de emergencias
Determinar costos de implementación	Documental	Operaciones matemáticas	▪ H (flores, 2022) (flores, 2022)oja de cálculo	Se lograra determinar el monto total de la inversión si se implementa

Fuente: (elaboración propia)

CAPITULO II

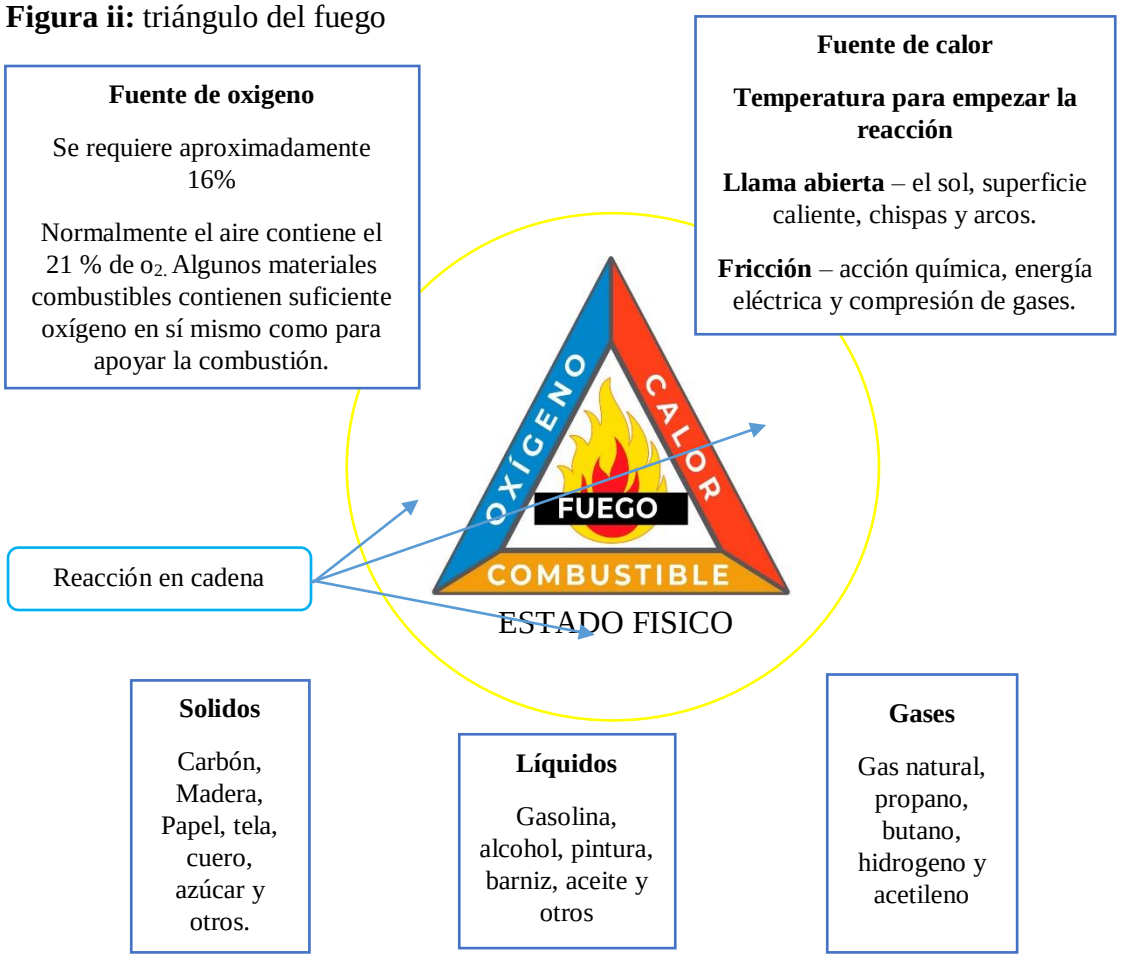
2 DESARROLLO

2.1 Marco teórico

2.1.1 Teoría de Fuego

Un fuego es una reacción química de combustión, es una oxidación rápida de una sustancia generando calor, luz(llamas), humo y gases. Todo fuego necesita tres elementos para iniciarse estas son oxigeno del aire, material combustible y calor suficiente para que los vapores del material lleguen a su temperatura de combustión. Si falta uno de estos tres componentes son también conocidos como triangulo del fuego. A continuación se muestra. (Anagua, 2024)

Figura ii: triángulo del fuego



Fuente: (NAVA, 2024)

Para entender en que consiste debemos saber que lo que arde en un fuego siempre son los gases. Cuando la cantidad de los gases producidos es suficiente en el fuego se auto alimenta ya que genera más calor que produce más gases y así sucesivamente, y no se apaga hasta que se elimine alguno de los cuatro elementos. Es un concepto químico que depende principalmente una de las características de combustible: composición, estado físico, humedad y/o tamaño. (Anagua, 2024)

2.1.2 Clases de Fuego:

De acuerdo a las características de la combustión se determinan distintos tipos de fuego, que se clasifican de la siguiente manera:

según NFPA 10

- ✓ **Clase "A":** Son fuegos provocados por materiales sólidos y tiene como características la producción de brasas (madera, papel, cartones, plástico, telas, etc.)
- ✓ **Clase "B":** Son fuegos provocados por líquidos inflamables, combustibles y gases (gasolina, diésel, gas butano, metano, propano, etc.), y sólidos fácilmente fundibles por acción del calor (sólidos licuables) **Clase "C":** Son fuegos provocados por equipos energizados, tales como los electrodomésticos, los interruptores, cajas de fusibles etc.
- ✓ **Clase "D":** Son fuegos provocados por metales alcalinos y alcalinos térreos en calidad de virutas y partículas (magnesio, sodio, titanio, circonio, polvo de aluminio, etc.)
- ✓ **Clase "K":** Son fuegos provocados por grasas y aceites derivados de animales y vegetales. (NFPA 10, 2006)

2.1.3 Causas de los incendios

Los incendios pueden generarse por diversas causas, de entre las cuales tenemos las siguientes:

- ✓ Debido a sistemas eléctricos defectuosos o red eléctrica sobrecargada
- ✓ Almacenamiento inadecuado de distintos materiales.

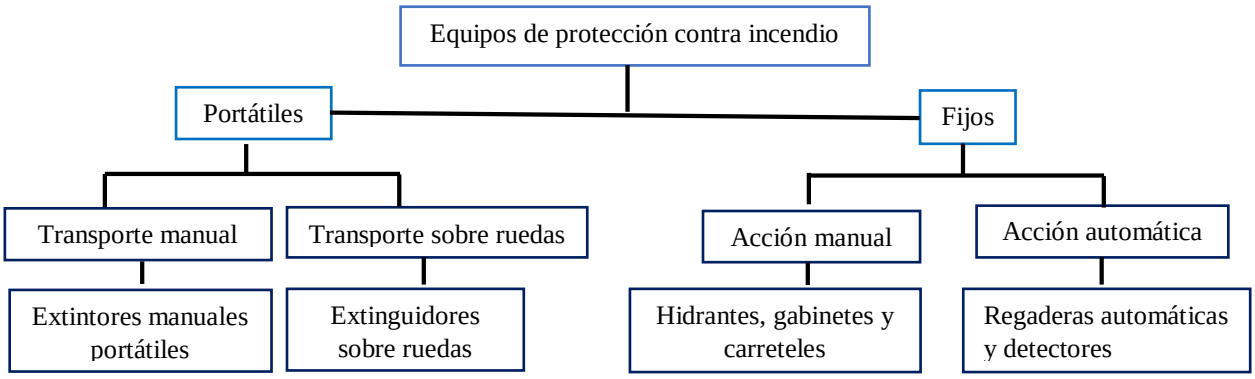
- ✓ Almacenamiento inapropiado de sustancias inflamables por desconocimiento de las respectivas medidas de prevención.
- ✓ No seguir los procedimientos de seguridad al momento de usar sustancias inflamables.
- ✓ Material combustible e inflamable cerca de fuentes de calor.
- ✓ Mala distribución de áreas e incompatibilidad de procesos en las mismas como el de soldadura junto al de pintura en aspersión.
- ✓ Riesgos de fugas de gases o sustancias inflamables.
- ✓ Uso de líquidos para limpieza con alto grado de inflamabilidad. (Anagua, 2024)

2.1.4 Prevención de Incendios

La prevención y control del riesgo de incendio, se lo puede realizar en función de 4 aspectos a tener en cuenta:

- ✓ Instalación de sistemas de detección y alarma.
- ✓ Instalación de sistemas de agentes extintores acordes con el riesgo.
- ✓ Conformación, capacitación y entrenamiento de brigadas de emergencia.
- ✓ Elaboración de un plan de emergencias para establecer los protocolos de actuación. (Anagua, 2024)

Figura iii: Equipos de protección contra incendios



Fuente: (NFPA 10, 2006)

2.1.5 Tipos y clasificación de extintores

Los extintores son elementos portátiles destinados a la lucha contra fuegos incipientes, o principios de incendios, los cuales pueden ser dominados y extinguidos en forma breve. De acuerdo al agente extintor los extintores se dividen en los siguientes tipos:

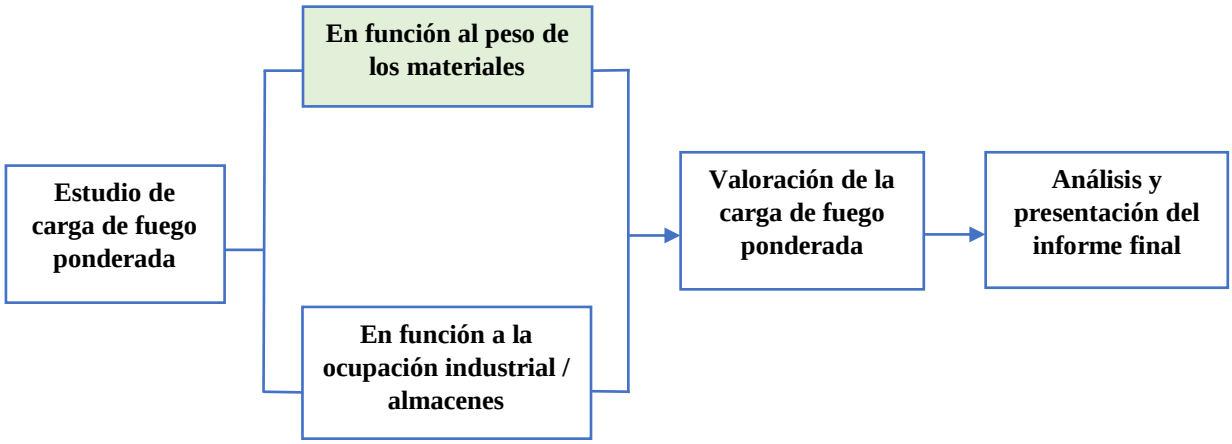
- ✓ A base de agua
- ✓ A base de espuma
- ✓ A base de dióxido de carbono
- ✓ A base de polvos
- ✓ A base de compuestos halogenados
- ✓ A base de compuestos reemplazantes del halógeno. (Anagua, 2024)

Cuadro iii: clasificación de los extintores de acuerdo al tipo de fuego

Clase de fuego			Agua	Espuma	CO_2	Polvo químico	Polvos especiales	Acetato de potasio
		Combustibles solidos	**SI**	**SI**	**NO**	**SI**	**NO**	**NO**
		Combustibles líquidos	**NO**	**SI**	**SI**	**SI**	**NO**	**NO**
		Instalaciones eléctricas bajo tención	**NO**	**NO**	**SI**	**SI**	**NO**	**NO**
		Metales combustibles	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**SI**	**NO**
		Fuego de aceites vegetales y grasas de animales	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**SI**

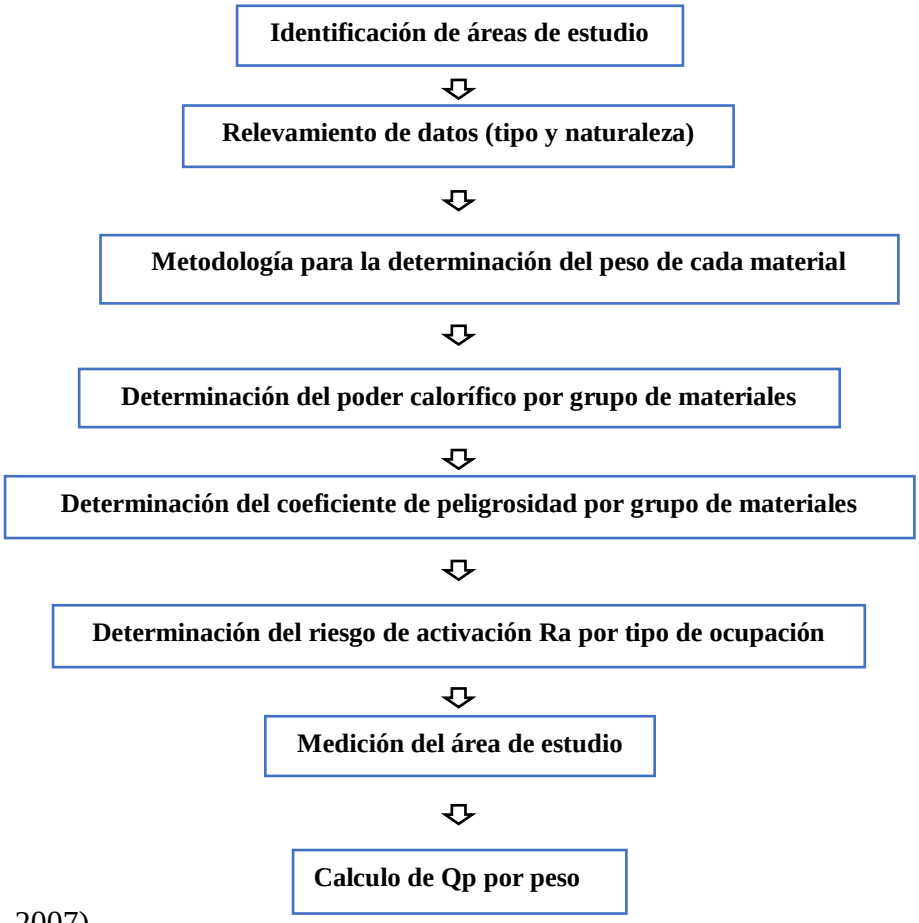
(Anagua, 2024)

Figura iv: Método de valoración de carga de fuego



(Ibnorca, 2007)

Figura v: Método de determinación de carga de fuego por peso



(Ibnorca, 2007)

2.1.6 Método de determinación de carga de fuego por peso

2.1.6.1 Identificación de áreas de estudio

Se debe verificar la totalidad de ambientes y analizar el área de estudio. Las áreas de estudio determinadas deben ser horizontales, en el caso de contar plantas o niveles distintos deben considerarse áreas de estudio diferentes.

2.1.6.2 Relevamiento de datos (Tipo y Naturaleza)

Se debe realizar el levantamiento y cuantificación de los materiales que ocupan temporal / permanentemente un área de estudio. El análisis debe incluir compartimientos como gabinetes, cajones, casilleros y otros que almacenan objetos combustibles dentro, asi como elementos estructurales; ventanas, cortinas, cielos falsos y otros. (Ibnorca, 2007)

2.1.6.3 Metodología para la determinación del peso de cada material

Cuadro iv: Metodología para la determinación del peso de cada material

Criterio	Método a aplicar
Materiales / elementos de fácil pesaje($P_i \leq 45kg$)	Pesaje directo
Materiales / elementos de difícil pesaje	Calculo de volumen por la densidad del material combustible

2.1.6.4 Determinación del poder calorífico por grupo de materiales

- ✓ **fuentes de información:**

NB 58005

NFPA, manual de protección contra incendios

Perry´s Chemical Engineers Handbook.

2.1.6.5 Determinación del coeficiente de peligrosidad por grupo de materiales

Tabla i: Determinación del coeficiente de peligrosidad por grupo de materiales

	Grado de peligrosidad		
	Alta	**Media/moderada**	**Baja**

Descripción de los productos	• Cualquier liquido o gas licuado a presión de vapor de 1 Kg/cm^2 • Materiales. criogénicos • Materiales que puedan formar mezclas explosivas en el aire. • Líquidos cuyo punto de inflamación sea menor a 23°C. • Materiales de combustión espontánea en su exposición al aire. • Todos los sólidos	• Los líquidos cuyo punto de inflamación este comprendido entre los 23°C y 61°C. • Los sólidos que comienzan su ignición entre los 100°C y 200°C. • Los sólidos y los semisólidos que emiten gases inflamables.	• Productos solidos que requieren para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a 200°C. • Líquidos con punto de inflamación superior a los 61°C.

	caces capaces de inflamarse por debajo de los 100°C.		
Valor C_i	1.6	1.2	1

(Ibnorca, 2007)

2.1.6.6 Determinación del Riesgo de activación "Ra" por tipo de ocupación

"Ra": coeficiente adimensional que pondera el riesgo de activación inherente a la actividad industrial

Tabla ii: Riesgos de activación

	Riesgos de activación		
Coeficiente **"Ra"**	Alto	Medio	Bajo
	3	1.5	1

(Ibnorca, 2007)

Estos valores vienen de tablas para industrias conforme a los niveles de alto (A), medio (M) o bajo (B). NB 58005 TABALA C.1

2.1.6.7 Medición del área de estudio

- planos actualizados
- distanció metros

Se debe verificar la totalidad de los ambientes y analizar el área de estudio

2.1.6.8 Calculo de Qp por peso

- ✓ **Cuantificación Q_P (carga de fuego ponderada)**

$$Q_p = \frac{\sum P_i H_i C_i}{A} R_a$$

- ✓ **Clasificación de las edificaciones e infraestructuras en función a su nivel de riesgo intrínseco**

Tabla iii: Niveles de riesgo intrínseco

	Niveles de riesgo intrínseco (1)							
	Bajo		Medio			Alto		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Q_p del local en [Mcal/m^2] (2)	$Q_p \leq 100$	$100 < Q_p \leq 200$	$200 < Q_p \leq 300$	$300 < Q_p \leq 400$	$400 < Q_p \leq 800$	$800 < Q_p \leq 1600$	$1600 < Q_p \leq 3200$	$Q_p \leq 3200$

(Ibnorca, 2007)

- ✓ **Características de los almacenes**

Actualmente los almacenes de los reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo, son ambientes separados para cada tipo de reactivo. **(véase en el anexo ii)**

- Almacén de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$
- Almacén de óxido de calcio (cal) CaO
- Almacén de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Accidente:

suceso extraño al normal desenvolvimiento de las actividades de una organización que produce una interrupción generando daños a las personas, patrimonio o al medio ambiente. (Anagua, 2024)

2.2.2 Desastre:

una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiente, suficientes para la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico). (Anagua, 2024)

2.2.3 Alerta:

Conjunto de acciones que se ejecutan bajo circunstancias especiales. (Anagua, 2024)

2.2.4 Brigada de emergencia:

Es el recurso humano especializado con que cuenta una organización para enfrentar diversas emergencias. (Anagua, 2024)

2.2.5 Combustión:

Proceso de oxidación con absorción de oxígeno y desprendimiento de calor, que puede o no desprender luz o llama. (Anagua, 2024)

2.2.6 Comburente:

Es el medio en el cual se propaga el fuego y hace la función de elemento oxidable, generalmente el oxígeno de aire. (Anagua, 2024)

2.2.7 Riesgo:

Es la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo especifico y área conocidos en un evento especifico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. (Anagua, 2024)

2.2.8 Conato de incendio:

es una situación que puede ser controlada y solucionada de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección de edificación. Contingencia: Posibilidad de que un accidente, incendio, siniestro, o caso fortuito suceda o no suceda. (Anagua, 2024)

2.2.9 Peligro:

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino para un periodo especifico y una localidad o zona conocidos. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología. (Anagua, 2024)

2.2.10 Emergencia:

Estado de daño sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionad por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada. (Anagua, 2024)

2.2.11 Plan de emergencia:

Conjunto de procedimiento orientado al comando y control de eventos destructivos en un área determinada. (Anagua, 2024)

2.3 Marco contextual

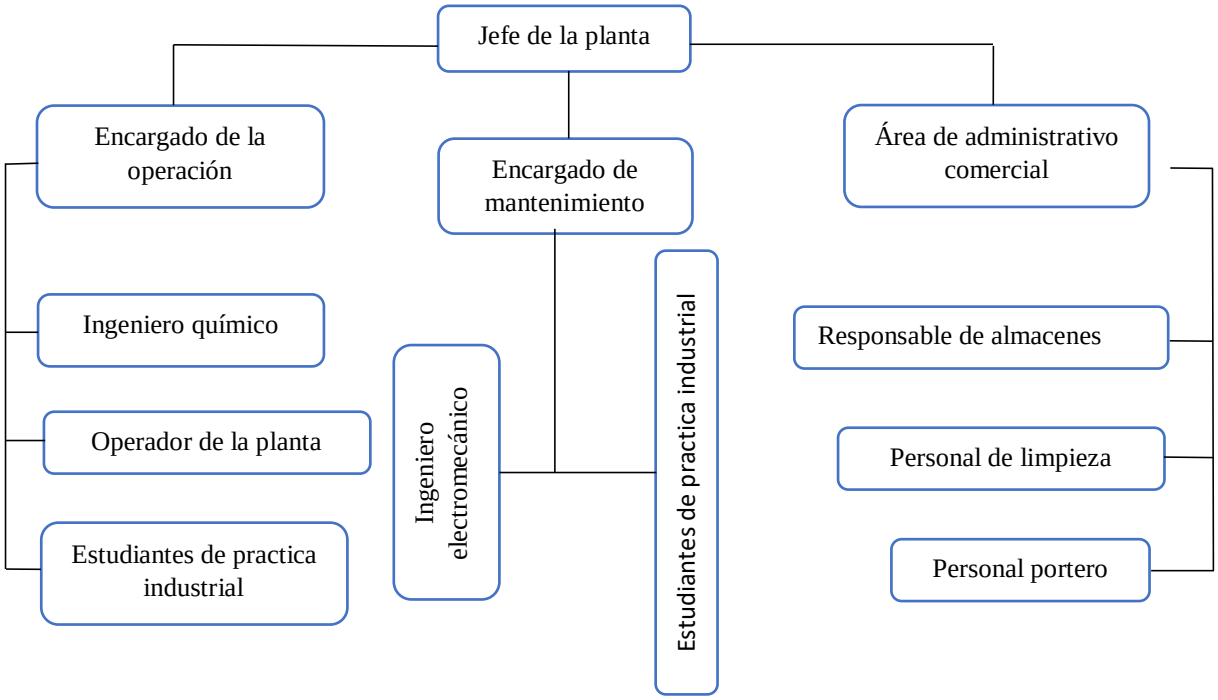
Cuadro v: Georreferenciación

Empresa local de agua potable y alcantarillado sucre (E.L.A.P.A.S.)
Planta de tratamiento de agua potable el rollo

Fuente: (Elapas, georeferenciacion, 2024)

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del lugar de la planta de tratamiento de agua potable zona el rollo.

Figura vi: Organigrama



Fuente: (elaboración propia)

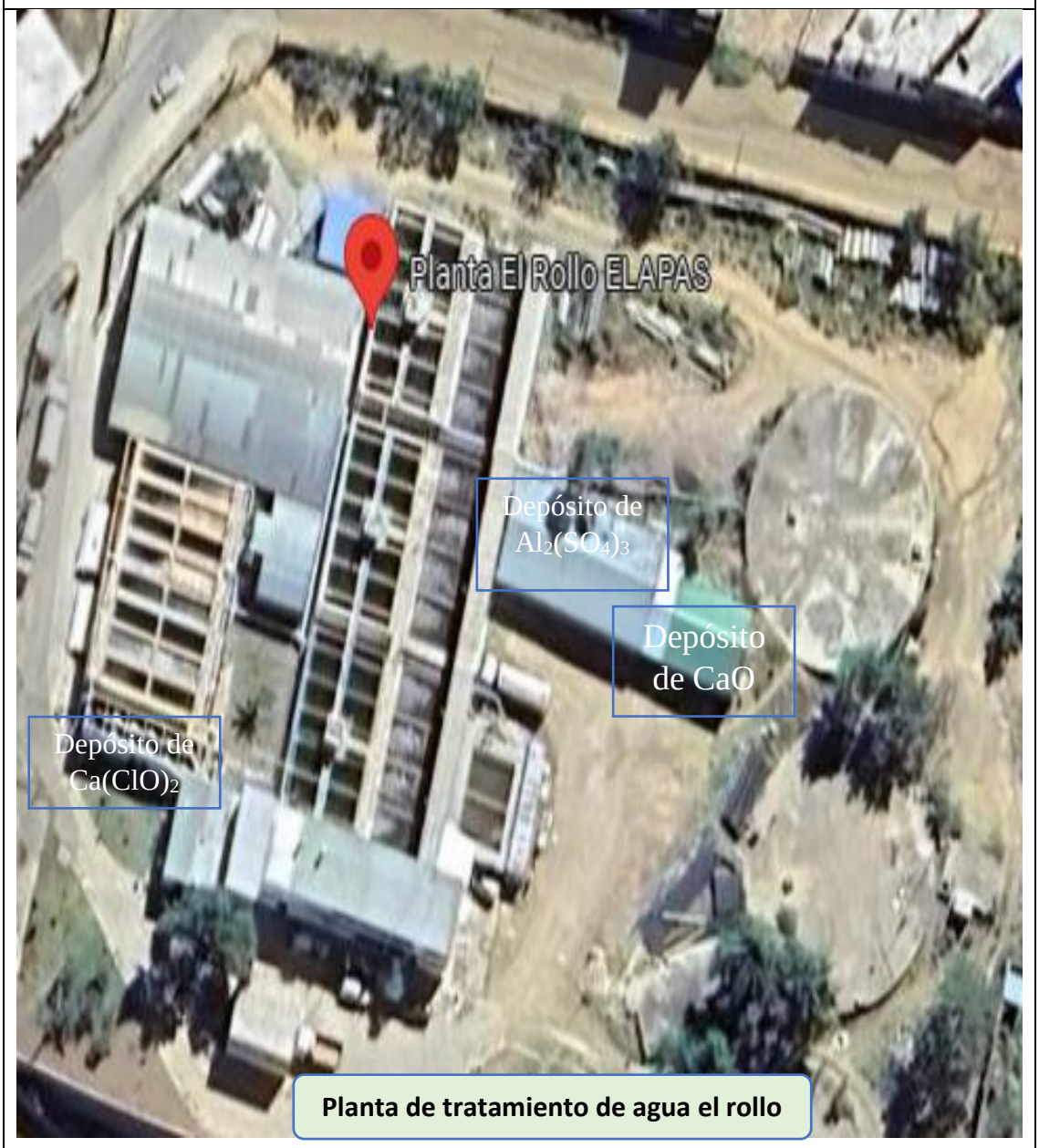
2.3.1 Descripción de la planta

Tabla iv: datos generales de la entidad

Razón social	Empresa local de agua potable y alcantarillado sucre (E.L.A.P.A.S.)
Dirección	Av. 6 de Agosto 995, Sucre
Actividad	Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario
Cantidad de servidores públicos en la planta	24
Horario de trabajo	6:00 – 14:00, 14:00 – 22:00 y 22:00 – 6:00

Fuente: (elaboración propia)

Tabla v: Almacenes de los reactivos químicos

Almacenes de los reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo (E.L.A.P.A.S.)


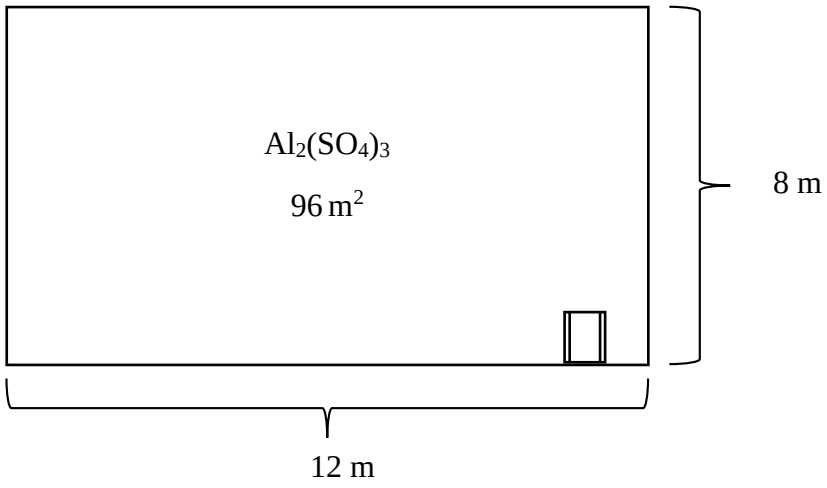
2.3.2 Misión

Proveer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario a la población de sucre, con calidad, cantidad, continuidad, eficiencia, sostenibilidad y transparencia. (Elapas, mision y vision , 2024)

2.3.3 Visión

ELAPAS es una empresa ordenada, innovadora y líder en el sector de saneamiento básico, con 100% de cobertura y calidad en el servicio. (Elapas, mision y vision , 2024)

2.4 Información y datos obtenidos



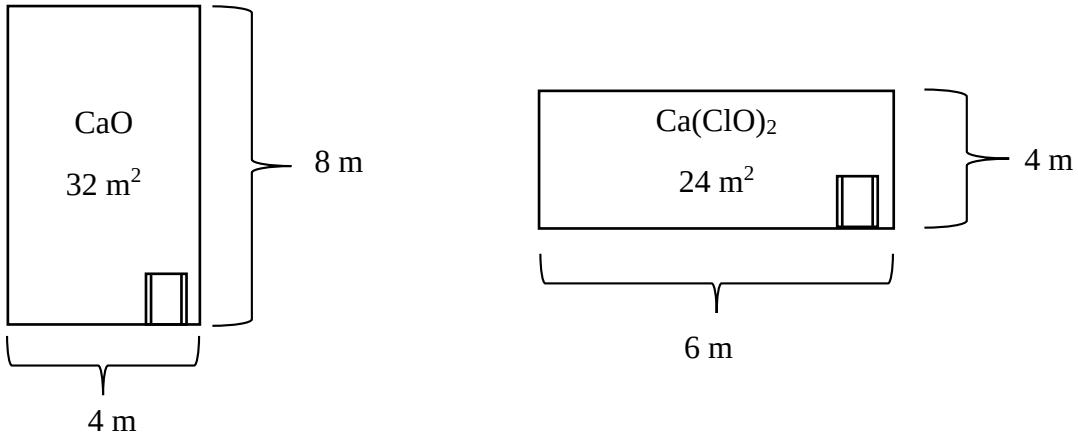


Tabla vi: área de estudio

Tipo	Área (m^2)
Almacén de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	96
Almacén de óxido de calcio (cal) CaO	32
Almacén de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$	24

Fuente: (elaboración propia)

2.4.1 Determinación de Carga de fuego

Se interpreta como Carga de Fuego a la suma de las energías caloríficas de todos los materiales combustibles contenidos en cada almacén sectorizado, que se lleguen a liberar siempre y cuando exista una combustión. La determinación de la carga de fuego, se realiza en base a la Norma NB 58005 y la NTP 766. (Ibnorca, 2007)

$$Q_p = \frac{\sum P_i H_i C_i}{A} R_a \quad [MJ/m^2] \text{ o } [Mcal/m^2]$$

P_i = peso en kg de cada una de las diferentes materias combustibles

H_i = poder calorífico de cada una de las diferentes materias en Mcal/kg, cantidad máxima de calor que entrega la unidad de masa de un material solido o líquido.

Generalmente se expresa en kcal/kg; kcal/m^3 o MJ/kg

C_i = coeficiente adimensional que refleja la peligrosidad de los productos conforme a los valores

A = superficie construida del local, considerada en m^2

R_a = coeficiente adimensional que pondera el riesgo de activación inherente a la actividad industrial. (NTP, 2007)

2.5 Diagnostico

Tabla vii: Inventario de reactivos químicos

Responsable de verificación: Freddy Armando Hinojosa Barahona					
Área de verificación: almacenes de los reactivos químicos fecha 2/05/2024					
Nombre de la sustancia química	**Responsable del área**	**Estado físico**	**Tipo de envase**	**Combustibilidad**	**inflamabilidad**
$Al_2(SO_4)_3$	Jefe de planta	Solido	Bolsas de plástico	**NO**	**NO**
CaO	Jefe de planta	Solido	bolsas de (papel kraft)	**NO**	**NO**
$Ca(ClO)_2$	Jefe de planta	Solido	Tachos de plástico	**NO**	**NO**
Peligrosidad					
$Al_2(SO_4)_3$	Sustancia ligeramente irritantes al tracto respiratorio, ojos y piel.				
CaO	La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.				
$Ca(ClO)_2$	puede encender materiales combustibles (madera, papel y aceite). El cloruro de aluminio puede reaccionar de forma violenta con AGUA y AIRE HÚMEDO para formar cloruro de hidrógeno gaseoso, que es tóxico, y calor.				

Fuente: (ficha técnica de cada sustancia**)**

Tabla viii: Ficha técnica de cálculo de carga de fuego

Ficha técnica de carga de fuego de los almacenes	
Razón social Empresa	Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado sucre (E.L.A.P.A.S)
Ubicación geográfica	Av. 6 de Agosto 995, Sucre
Actividad que se realiza en la entidad	Servicios
Descripción de trabajo a realizar	Estudio de carga de fuego
Fecha de procedimiento de información	24/04/2024

2.5.1 Calculo de carga de fuego

Tabla ix: Determinación de carga de fuego para Al2(SO4)3

Área	**Sector**		**Actividad**		**Superficie (m^2)**	
A 1	Almacén de $Al_2(SO_4)_3$		Servicios		96	
Combustible	**Cantidad (u)**	**Peso (kg)**	**H_i (Mcal/kg)**	**C_i**	**R_a**	**Q_p (Mcal/m^2)**
Cableado eléctrico	15	3	5.9950	1	1	0.1873
Cartón	100	10	4	1.2	1.5	0.7500
Bolsas plásticas de $(Al_2(SO_4)_3)$	800	8	10	1	1	0.8333
$Q_{p\ del\ almacén\ de\ Al2(SO4)3}$ = 1.7706 Mcal/m^2						

Tabla x: Determinación de carga de fuego para CaO

Área	**Sector**		**Actividad**		**Superficie (m^2)**	
A 2	Almacén de CaO		Servicios		32	
Combustible	**Cantidad**	**Peso (kg)**	**H_i (Mcal/kg)**	**C_i**	**R_a**	**Q_p (Mcal/m^2)**

Cableado eléctrico	15	3	5.9950	1	1	0.5620
Cartón	24	2.4	4	1.2	1.5	0.5400
bolsas de CaO (papel kraft)	400	4	4	1.2	1.5	0.9000
$Q_{p\ del\ almacén\ de\ CaO}$ = 2.002 Mcal/m^2						

Tabla xi: Determinación de carga de fuego para Ca(ClO)2

Área	**Sector**		**Actividad**		**Superficie (m^2)**	
A 3	Almacén de $Ca(ClO)_2$		Servicios		24	
Combustible	**Cantidad**	**Peso (kg)**	**H_i (Mcal/kg)**	**C_i**	**R_a**	**Q_p (Mcal/m^2)**
Cableado eléctrico	15	3	5.9950	1	1	0.7494
Tachos de plástico	200	20	6	1.2	1.5	9.0000
$Q_{p\ del\ almacén\ de\ Ca(ClO)2}$ = 9.7494 Mcal/m^2						

2.5.2 Determinación del nivel de riesgo

Tabla xii: Determinación del nivel de riesgo

Carga de fuego ponderado	Bajo	
	1	2
Q_p [Mcal/m^2] (2)	$Q_p \leq 100$	$100 < Q_p \leq 200$

2.5.3 Determinación del nivel de riesgo especifico o particular de cada área o ambiente dentro de una instalación aplicando el método básico

2.5.3.1 Análisis para fuegos clase A

paso 1: determinación de cantidad de material

Tabla xiii: determinación de cantidad de material

			Superficie cubierta por cualquier tipo de materiales (que no sea el piso)			
			De toda la superficie (m^2) del lugar o instalación, aproximadamente ¿Qué % está cubierta con materiales combustibles de cualquier tipo?			
			1-25%	26-50%	51-75%	76-100%
% de predominancia de materiales clase A	**De todos los materiales, ¿Qué % en peso del total son de clase A?**	81-100%	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA
		61-80%	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA
		41-60%	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA
		21-40%	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA
		1-20%	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA

Cantidad ALTA de materiales clase A

Cantidad MEDIA de materiales clase A

Cantidad BAJA de materiales clase A. (SIPPCI, 2016)

paso 2: determinación del riesgo especifico

combustión o propagación NORMAL: Ej: madera, alimentos, residuos orgánicos, etc.

Productos solidos que requieren para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a 200°C.

combustión o propagación MODERADAMENTE rápida: Ej: papel, plásticos, gomas, telas, combustibles, etc.

- ✓ Los sólidos que comienzan su ignición entre los 100°C y 200°C.
- ✓ Los sólidos y semisólidos que emiten gases inflamables.

combustión o propagación EXTREMADAMENTE rápida: explosivos, juegos pirotécnicos, pólvora, etc.

- ✓ Materiales que pueden formar mezclas explosivas en el aire.
- ✓ Materiales de combustión espontánea en su exposición al aire.
- ✓ Todos solidos capaces de inflamarse por debajo de los 100°C.

Tabla xiv: determinación del riesgo especifico

		Elija el material clase A que es el valor más predominante en peso en el ambiente		
		Grado de peligrosidad Este tipo de material clase A qué tipo de combustión o propagación tiene?		
		Normal	Moderado rápido	Extremadamente rápido
Cantidad de material clase A obtenida	ALTA	MEDIO	ALTO	ALTO
	MEDIA	BAJO	MEDIO	ALTO
	BAJA	BAJO	BAJO	MEDIO

RIESGO ALTO
RIESGO MEDIO
RIESGO BAJO

(SIPPCI, 2016)

2.5.4 Determinación de numero de extintores

Tabla xv: Potencial extintor (aproximado)

Extintor	Tamaño aproximado	Potencial extintor A	Potencial extintor B
PQS (carga con fosfato de amonio al 95%)	10 lb	4A	60BC
PQS (carga con fosfato de amonio al 95%)	20 lb	10A	80BC
PQS (carga con fosfato de amonio al 95%)	50 kg	50A	320BC
CO_2	10 lb		10BC
CO_2	15 lb		15BC
CO_2	20 lb		20BC
H_2O	6 litros	1A	
H_2O	9.5 litros	2A	

Tabla xvi: Fuegos clase A (según NFPA 10)

		Área cubierta (m^2)		
Potencial extintor	**Distancia (m)**	**BAJO**	**MEDIO**	**ALTO**
1A	23	280		
2A	23	560	280	186
3A	23	840	420	280
4A	23	1050	560	370
6A	23	1050	840	560
10A	23	1050	1050	840
20A	23	1050	1050	1050
40A	23	1050	1050	1050

Tabla xvii: Fuegos clase B (estimado según NFPA 10)

	Área cubierta (m^2)		
Potencial extintor	BAJO	MEDIO	ALTO
5B	242.5		
10B	673.5	242.5	
20B	673.5	673.5	
40B	673.5	673.5	242.5
60B	673.5	673.5	431.1
80B	673.5	673.5	673.5
160B	673.5	673.5	2182.3

Tabla xviii: Fuegos clase B (estimado según NFPA 10)

	Distancia (m)		
Potencial extintor	BAJO	MEDIO	ALTO
5B	9.15	9.49	1.98
10B	15.25	9.15	3.29
20B	15.25	15.25	5.49
40B	15.25	15.25	9.15
60B	15.25	15.25	12.2
80B	15.25	15.25	15.25
160B	15.25	15.25	27.45

Tabla xix: Calculo de numero de extintores

N° Extintores = área (requerido) / área (máximo posible)

Tipo	Área (m^2)	Carga de fuego ($Mcal/m^2$)	Nivel de riesgo	Numero de extintores	Tipo de extintor
Almacén de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	120	1.7706	Bajo	**0.43 ≈ 1**	**Un extintor en la entrada tipo ABC , 6kg, de potencia 1A**
Almacén de óxido de calcio (cal) CaO	90	2.002	Bajo	**0.32 ≈ 1**	**Un extintor en la entrada tipo ABC , 6kg, de potencia 1A**
Almacén de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$	70	9.7494	Bajo	**0.25 ≈ 1**	**Un extintor en la entrada tipo ABC , 6kg, de potencia 1A**

2.5.5 Determinación de costos

2.5.5.1 Determinación de costos de posible accidente laboral

Dentro de este apartado se toma en cuenta que los accidentes por incendio ocurrido en un ambiente pueden ser mayores ya que en la planta tendría que correr con los gastos de la persona afectada si en caso no tuviera seguro de salud o el mismo seguro no cubriera la totalidad del gasto que podría requerir la persona afectada.

2.5.5.2 Costos por accidente de trabajo

Se toma una base sobre los costos directos e indirectos por accidente de trabajo.

- **Costos directos**
  - ✓ Costo de pago de un trabajo no realizado por la persona afectada
  - ✓ Gastos médicos incluyendo tratamientos del seguro de salud
  - ✓ Costo de pago primas de seguros de accidente de trabajo
  - ✓ Costo de un sustituto del trabajador accidentado

- ✓ Costos por multa por daño a infraestructuras alrededor de la planta
- ✓ Costos de reparación y sustitución de máquinas y equipos afectados
- ✓ Costos de interrupción de temporal de trabajo
- ✓ Costos de psicólogos para personas afectadas y con traumas por un accidente
- ✓ Costo en un caso de muerte por accidente dentro del almacén, pago de 20 salarios aproximados, beneficios sociales e indemnización por muerte

- **Costos indirectos**
  - ✓ Costo por investigación del accidente
  - ✓ Costos por perdida de trabajo realizado (disminución del rendimiento del sustituto y de más trabajadores)
  - ✓ Costos de materiales dañados
  - ✓ Costo de tiempo perdido por la persona
  - ✓ Costo de perdida de rendimiento al incorporarse al trabajador
  - ✓ Pérdida de tiempo por motivo jurídico (responsabilidades)

2.5.5.3 Calculo de costos promedios por accidente de trabajo

En el siguiente cuadro se tendrá un aproximado de los costos directos en caso de incendio del trabajador esto por quemaduras como consecuencia del accidente.

En el siguiente cuadro se tomará como ejemplo a dos personas afectadas por quemadura, una persona por incapacidad temporal y la otra persona sin incapacidad.

Los costos que se reflejan en el cuadro por gasto médico, se tomó un aproximado entre los gastos que requeriría una persona y son.

- ✓ Gastos por cremas para quemaduras dependiendo el grado de quemadura
- ✓ Gastos de consulta al medico
- ✓ Pago de estudios en laboratorios
- ✓ Gastos de re consulta
- ✓ Gastos de hospitalización (si requiere ser hospitalizado en caso mayor)

Se debe mencionar que; muy pocas veces el seguro cubre con la totalidad de los gastos, esto dependerá de que tan grabe este la persona afectada.

De todas maneras, se asume que los gastos no serán cubiertos al menos un 45%.

En el caso de costo por trabajo suspendido se toma en cuenta el salario mínimo que se gana una persona en Bolivia ya que por políticas de la empresa y por privacidad personal de las personas no se tiene un dato exacto de cuánto ganan, así que se asume un gasto mínimo dentro del salario establecido por gobierno de Bolivia. (flores, 2022)

Tabla xx: Calculo de costos promedios por accidente de trabajo

Tipo de accidente	**Cantidad de trabajadores**	**Gasto médico por trabajador (Bs.)**	**Sub total gasto medico (Bs.)**	**Costos por trabajo suspendido (Bs.)**	**Sub total trabajo suspendido (Bs.)**	**Costo total (Bs.)**
Accidentado con incapacidad temporal	1	600	600	2250	2250	2850
Accidentado sin incapacidad	1	300	300	2250	2250	2550
Total costos						5400

(flores, 2022)

2.5.5.4 Costo de extintores requeridos

El costo de extintores se evalúa al costo más accesible que se tenga en las diferentes cotizaciones de cada empresa que se dedica a la venta de extintores, se tiene de datos de sucursales que se dedican a la venta de EPP (equipos de protección personal) y a la venta de extintores, los precios podrían variar, pero no es mucha la diferencia.

Tabla xxi: Costo de extintores requeridos

Precios aproximados					
Departamento	**Empresa**	**Producto**	**Potencial extintor**	**Descripción**	**Precio de venta minorista (Bs.)**
Sucre	Comercial alfher	Extintor ABC	1-A	4 kg	180
Sucre	Comercial alfher	Extintor ABC	1-A	5kg	230
Sucre	Comercial alfher	Extintor	1-A	6kg	280

Fuente: (cotización)

Comparando los precios de todas las empresas que venden extintores la empresa con más tipos de extintores y con precios más bajos es: profuego, teniendo el tipo ABC de potencial de extintor 2-A de 5 kg, a un precio 320 Bs. Por unidad.

2.5.6 Procedimiento para realizar mantenimiento de extintores

2.5.6.1 Mantenimiento

Los mantenimientos se dividen en función a la periodicidad establecida según la reglamentación actual existente.

- mantenimiento trimestral
- Mantenimiento anual
- Mantenimiento cada cinco años

2.5.6.2 Mantenimiento trimestral

Las operaciones del mantenimiento trimestral serán realizadas por:

- ✓ Personal de un instalador/mantenedor autorizado
- ✓ Personal del usuario o titular de la instalación

- ✓ Personal del usuario, si ha adquirido la condición de mantenedor por disponer de medios técnicos adecuados, a juicio de los servicios competentes en materia de industria de la comunidad autónoma.
- ✓ Personal de la planta de tratamiento de agua potable el rollo

Tabla xxii: operaciones de mantenimiento trimestral

N°	Característica
1	Que los extintores están en un lugar asignado y que no presentan muestras aparentes de daños.
2	Que son adecuados conforme al riesgo a proteger.
3	Que no tienen el acceso obstruido, son visibles o están señalizados y tienen sus instrucciones de manejo en la parte delantera.
4	Que las instrucciones de manejo son legibles.
5	Verificar que no presenten muestras aparentes de daños.
6	Que el indicador de presión se encuentra en la zona de operación.
7	Que las partes metálicas (boquillas, válvula, manguera) están en buen estado.
8	Que no faltan ni están rotos los precintos o los tapones indicadores de uso.
9	Que no han sido descargados total o parcialmente.

Si no cumple lo anteriormente mencionado, el aparato ha sido utilizado o tiene fugas, deberá ser notificado al mantenedor autorizado a fin de su acondicionamiento en la mayor brevedad posible. Bajo ninguna circunstancia el propietario del extintor deberá proceder a la renovación de la carga (recarga) por sí mismo. (Hernandez, 2020)

2.5.6.3 Recarga del extintor

2.5.6.4 Responsabilidades

las operaciones de recarga de un extintor serán realizadas por:

- ✓ Personal del fabricante

- ✓ Instalador/mantenedor autorizados para los tipos de equipos o sistemas o sistemas de que se trate

2.5.6.5 Frecuencia

la recarga del extintor deberá realizarse:

- ✓ Cuando el extintor haya sido utilizado, aunque sea parcialmente
- ✓ Tras pasar un mantenimiento de retimbrado
- ✓ Cuando se realice una inspección y se compruebe que existen anomalías que lo justifiquen.

Tabla xxiii: recarga de extintores

Operación	**Procedimiento**
• Inmovilizar el extintor	• Mediante una mordaza para facilitar su manipulación
• Verificar la ausencia de presión en el aparato	• Presionar el obus que se encuentra en el fondo de la válvula de comprobación y presionar las manetas
• Desmontar la válvula	• Para ello una llave fija plana, que se acople a la sección poligonal de la base de la válvula. • Desenroscar una sola vuelta y esperar la evacuación completa del gas impulsor a través de la ranura de descarga situada en la rosca de la válvula. • Verificar la ausencia de presión. • Desenroscar totalmente la válvula.
• Desmontar el tubo sonda	• Verificar que no existe obstrucción alguna. Se procede a la limpieza de dichos elementos mediante una proyección de chorro de aire, etc.

• Verificar el buen estado de la válvula	• Si el mantenedor considera oportuno se procederá a desmontar la válvula para lo cual se extrae el remache, se suelta la maneta superior e inferior, se desmonta el cuerpo válvula y se procede a la limpieza de dichos elementos mediante un proyección de chorro de aire, etc.
• Extraer una muestra polvo y comprobar (solo extintor de polvo) • Carga (solo extintor de agua)	• Movilidad: mediante pequeñas agitaciones, observando que no está compacto. **Higroscopicidad**: derramando una gota de agua y observando que el polvo no se pega a la misma. **Apariencia**: sin restos de humedad o cualquier otra anomalía, agentes extraños, si cualquiera de estas condiciones no se cumple procederemos a la extracción del mismo y a realizar una nueva carga, se hará conforme a la tabla 4. • Es importante no llegar exactamente a 9 litros de agente extintor (agua + aditivo), ya que entonces debido a la necesidad del aditivo es un poco mayor que la unidad, podríamos superar la carga neta permitida según la norma UNE 23.110
• Comprobar el estado de la rosca	• Pasando un macho por la misma si fuera necesario, evitando de este modo posibles futuras fugas.
• Reemplazar la junta	• En todos los casos, evitando de este modo posibles futuras fugas.

• Montar el tubo sonda	• Roscar sobre el cuerpo de la válvula.
• Montar la válvula al cuerpo del extintor	• Montar la válvula teniendo en cuenta que no haya holgura.
• Presurizar el recipiente	• Con nitrógeno seco .
• Comprobar la presión del aparato y el estado del manómetro	• Mediante manómetro patrón roscado en la válvula de comprobación.
• Precintado	• Colocar la anilla y el precinto de seguridad.
• Prueba de estanquidad, fugas	• Se impregnarán las zonas más propensas con agua mezclada con detergente, la formación de burbujas denotara una fuga que habría que corregir.

Es un supuesto de que alguno de los alimentos citados anteriormente no esté en buen estado lo sustituiremos por uno nuevo. (Hernandez, 2020)

2.6 Análisis y discusión

En la presente monografía se determinó y se evaluó los respectivos objetivos que se propuso:

El respectivo estudio de carga de fuego para los almacenes de reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo (E.L.A.P.A.S.), sucre, se realizó y se determinó el nivel de riesgo requerido, posteriormente el estudio de carga de fuego para luego determinar los respectivos extintores que se requieren.

CAPITULO III

3 CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Tabla xxiv: Nivel de riesgo

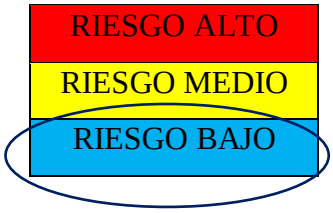


Tabla xxv: Carga de fuego

Tipo	Carga de fuego
Almacén de sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	$Q_{p\ del\ almacén\ de\ Al2(SO4)3} = 1.7706\ Mcal/m^2$
Almacén de óxido de calcio (cal) CaO	$Q_{p\ del\ almacén\ de\ CaO} = 2.6694\ Mcal/m^2$
Almacén de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$	$Q_{p\ del\ almacén\ de\ Ca(ClO)2} = 7.3120\ Mcal/m^2$

Tabla xxvi: Numero de extintores

Tipo	**Numero de extintores**
$Al_2(SO_4)_3$	**0.43 ≈ 1**
CaO	**0.32 ≈ 1**
$Ca(ClO)_2$	**0.25 ≈ 1**

3.2 Conclusiones

- ✓ **Revisión bibliográfica**

En función a la investigación que se realizó, respecto a sus fichas técnicas se pudo determinar que la sustancia $Ca(ClO)_2$ podría encender materiales combustibles (madera, papel y aceite).

El cloruro de aluminio puede reaccionar de forma violenta con agua y aire húmedo para formar cloruro de hidrógeno gaseoso, que es tóxico, y fuente de calor.

- ➢ **sulfato de aluminio**

Peligros de Incendio y/o explosión de: No inflamable ni combustible.

Productos de la combustión: Puede desprender gases tóxicos de óxidos de azufre a temperaturas superiores a 760 ºC.

Precauciones: Eliminar toda fuente de calor que lo lleve a la combustión. No inhalar los gases producidos.

Procedimientos en caso de incendio y/o Explosión: Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal.

Agentes Extintores del Fuego: Usar el agente de extinción adecuado según el tipo de incendio del alrededor. (GTM, 2016)

- ➢ **Oxido de calcio**

Medios de extinción apropiados Coordinar las medidas de extinción con los alrededores agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco, dióxido de carbono (CO_2).

Medios de extinción no apropiados, chorro de agua. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla, no combustible. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios, luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales, llevar un aparato de respiración autónomo. (GTM, 2016)

- **Cloruro de calcio**

Medios de extinción, usar polvo químico seco, espuma, arena o CO_2, utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores, no usar chorros de agua directos. Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla, el producto y sus embalajes que arden en espacios cerrados por períodos largos puede producir cantidades de monóxido de carbono que llegan al límite inferior de explosividad (monóxido de carbono, límite de explosivo = 12,5% en el aire). Puede producir humos y gases tóxicos en caso de combustión, y generar residuos tóxicos con el agua de extinción. Bajo ciertas condiciones, cualquier polvo en el aire puede ser un riesgo de explosión. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios, Instrucciones para extinción de incendio; Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aún no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo. Enfríe los embalajes con agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido, removiendo los restos hasta eliminar los rescoldos. Prevenga que el agua utilizada para el control de incendios o la dilución ingrese a cursos de agua, drenajes o manantiales. Protección durante la extinción de incendios, En derrames importantes use ropa protectora contra los productos químicos, la cual esté específicamente recomendada por el fabricante. Esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica. Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio, En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como monóxido de carbono y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta. (GTM, 2016)

- ✓ **Inventario de reactivos químicos**

Los reactivos químicos que utilizan para el tratamiento de agua potable en la ciudad de sucre son de tipo "**no combustible**". Esto no quiere decir que las sustancias que manipulan a diario no son peligrosos e incendiables.

- ✓ **Carga de fuego de cada almacén según NB 58005**

Los valores de carga de fuego que se determinó son muy bajas, esto se debe al tipo de materiales combustibles que se manipulan en los almacenes.

- ✓ **Nivel de riesgo según NB 58005**

Los resultados obtenidos nos permiten determinar que el tipo de riesgo es bajo, y las cargas ponderadas obtenidas son muy bajas.

- ✓ **Número de extintores según NB 58005**

En cuanto a los extintores se determinó, un extintor para cada almacén de tipo 1A que es de tipo de combustibles sólidos.

- ✓ **Costos de implementación**

Las cotizaciones de los extintores son muy diferentes en cada departamento de nuestro país, debido a la poca cantidad de extintores que se requiere, se tomara en cuenta de la ciudad de sucre.

- ✓ **Procedimiento para realizar mantenimiento de extintores**

El procedimiento de mantenimiento de los extintores se realizó en base a ISO 9001.

3.3 Recomendaciones

La clase fuego de combustibles sólidos es donde se determinó en el respectivo estudio de carga de fuego en los almacenes de los reactivos químicos de la planta de tratamiento de agua potable el rollo, para lo cual los extintores permitidos según la NB 58005 son de (agua, espuma y polvo químico).

Por lo tanto, se recomienda utilizar los extintores de agua o podría ser también extintores de polvo químico, porque estos extintores son los más comunes y accesibles para lo cual se realizó un manual para su respectivo mantenimiento.

Según las conclusiones de los tipos de reactivos químicos, los extintores a utilizar serian de polvo químico seco.

4 BIBLIOGRAFIA

- anagua, m. á. (2024). “estudio de carga de fuego y cálculo de número de extintores para la empresa municipal de agua potable y alcantarillado quillacollo (emapaq)”. monografía presentado para obtener el certificado de diplomado gestión de la seguridad y prevención de riesgos laborales - octava versión, 4.

  arica, e. p. (2016). estudio de carga de fuego empresa portuaria arica. puertoarica, 7.

- bernal, m. r. (2018). diseño de un plan de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional en la empresa wiled paper s.r.l. tes-1052, 61.

- elapas. (2024). georeferenciacion. google mapas (elapas), 1.

- elapas. (2024). mision y vision . elapas , 1.

- flores, j. l. (2022). estudio de carga de fuego para la faculta de tecnologia.

- gtm. (2016). ficha de datos de seguridad. www.gtm.net.

- hernandez. (2020). manual de mantenimiento de extintores, sistema de gestion de calidad iso 9001: 2015. mnual especifico me-03.

- ibnorca. (2007). nb5 8005. criterios para determinar resistencia al fuego.

- laboral ibañez marcelo, b. m. (2023). estudio de carga de fuego de elementos de mobiliario estandarizado. rosario provincia de santa fe : ed. - rosario .

- multisectorial, c. d. (1979). ley general de higiene seguridad ocupacional y bienestar decreto ley nº 16998 de 2 de agosto de 1979. ley general de higiene seguridad ocupacional y bienestar.

- nava, i. g. (2024). estudio de carga de fuego y cálculo de número de extintores para el gobierno autónomo municipal de anzaldo (g.a.m. de anzaldo). monografía

presentado para obtener el certificado de diplomado “gestión de la seguridad y prevención de riesgos laborales – octava versión”, 4.

- nfpa 10, o. i. (2006). norma para extintores portátiles contra incendios. bogota colombia: edición 2007.
- ntp. (2007). ntp 766 notas tecnicas de prevencion (instituto nacional de seguridad e higene en el trabajo). parametros de calculo de carga de fuego, 2.
- rodríguez. (2021). estudio de carga de fuego y protección contra incendios en una empresa de nutrición y sanidad animal. fabicib, 1.
- sippci. (2016). reglamento del sistema de prevenciony proteccion contra incendios - sippci. bomberos, policia bolivina, 7.

5 ANEXOS

Anexo i: planta de tratamiento de agua potable el rollo

Anexo ii: almacén de sulfato de aluminio

Anexo iii: almacén de óxido de calcio

Anexo iv: almacén de cloruro de aluminio