

DISEÑO DE SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN ALTURA
COMPATIBLE CON DRONE AÉREO.

JOSÉ AUGUSTO LÓPEZ CABEZA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2023

DISEÑO DE SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN ALTURA COMPATIBLE
CON DRONE AÉREO

JOSÉ AUGUSTO LÓPEZ CABEZA

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Electrónico.

Asesor

Carlos Valencia

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

MEDELLÍN

2023

Contenido.

Tabla de contenido

1	Introducción.....	15
2	Planteamiento del problema	16
2.1	Descripción.....	16
2.2	Formulación	17
3	Justificación	18
4	Objetivos.....	19
4.1	Objetivo general	19
4.1.1	Objetivos específicos.....	19
5	Marco teórico.....	20
6	Metodología.....	30
6.1	Tipo de Proyecto	30
6.2	Método	30
6.3	Instrumentos de recolección de información.	30
7	Resultados.....	32

7.1	características básicas de un sistema de aspersión en alturas.....	32
7.2	características necesarias del sistema de aspersión para apagar incendios en alturas.	
7.3	Drone más adecuado para equipar el sistema diseñado.	39
8	Conclusiones.....	50
9	Recomendaciones	51

Lista de figuras.

<i>Figura 1:Drone de fumigación</i>	21
<i>Figura 2:Tipos de Drones</i>	22
<i>Figura 3:Tipos de Drones</i>	22
<i>Figura 4:Sistema de alarma y sistema contra incendio</i>	23
<i>Figura 5:Sistema de extinción de incendios.</i>	24
<i>Figura 6:Balón de extinción de incendios.</i>	24
<i>Figura 7:Incendios</i>	26
<i>Figura 8:Incendio en pisos superiores de edificio</i>	26
<i>Figura 9:Incendio en edificio</i>	27
<i>Figura 10:Incendio</i>	27
<i>Figura 11:Edificios</i>	28
<i>Figura 12:Edificio1</i>	29
<i>Figura 13:El edificio más alto de Colombia</i>	29
<i>Figura 14:Edificios en Medellín</i>	30
Figura 15: Sistema para romper vidrio	36

Figura 16:Perdigón con la punta en la cabeza para romper vidrios.	37
Figura 17:Balón extintor de fuego con polvo seco.	40
Figura 18:Taro T-18	43
Figura 19: • Drone de pulverización agrícola EFT G20 V2.0	44
Figura 20: • Drone de protección agrícola XT90	44
Figura 21: Drone X4-10	45
Figura 22:DroneEV610	45
Figura 23: Planos mecánicos del sistema Extintor	46
Figura 24: Planos sistema romper vidrios	47
Figura 25: Plano del modelo Drone	47
Figura 26: Plano sistema de balones extintores.	48
Figura 27: Balón extintor	48
Figura 28 Vista superior de prototipo	49
Figura 29: Vista inferior prototipo	49
Figura 30: Drone Prototipo	50
Figura 31: Drone sin alimentador de Balones	50

<i>Figura 1:Drone de fumigación</i>	21
<i>Figura 2:Tipos de Drones</i>	22
<i>Figura 3:Tipos de Drones</i>	22
<i>Figura 4:Sistema de alarma y sistema contra incendio</i>	23
<i>Figura 5:Sistema de extinción de incendios.</i>	24
<i>Figura 6:Balón de extinción de incendios.</i>	24
<i>Figura 7:Incendios</i>	26
<i>Figura 8:Incendio en pisos superiores de edificio</i>	26
<i>Figura 9:Incendio en edificio</i>	27
<i>Figura 10:Incendio</i>	27
<i>Figura 11:Edificios</i>	28
<i>Figura 12:Edificio1</i>	29
<i>Figura 13:El edificio más alto de Colombia</i>	29
<i>Figura 14:Edificios en Medellín</i>	30
Figura 15: Sistema para romper vidrio	36
Figura 16:Perdigón con la punta en la cabeza para romper vidrios.	37

Figura 17:Balón extintor de fuego con polvo seco.	40
Figura 18:Taro T-18	43
Figura 19: • Drone de pulverización agrícola EFT G20 V2.0	44
Figura 20: • Drone de protección agrícola XT90	44
Figura 21: Drone X4-10	45
Figura 22:DroneEV610	45
Figura 23: Planos mecánicos del sistema Extintor	46
Figura 24: Planos sistema romper vidrios	47
Figura 25: Plano del modelo Drone	47
Figura 26: Plano sistema de balones extintores.	48
Figura 27: Balón extintor	48
Figura 28 Vista superior de prototipo	49
Figura 29: Vista inferior prototipo	49
Figura 30: Drone Prototipo	50
Figura 31: Drone sin alimentador de Balones	50

Resumen.

DISEÑO DE SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN ALTURA COMPATIBLE CON DRONE.

JOSÉ AUGUSTO LÓPEZ CABEZA

En Colombia alrededor del 45% de los habitantes urbanos viven en propiedad horizontal, estos son construidos cada vez más altos con el fin de densificar demográficamente las ciudades, dichas unidades habitacionales cuentan con sistemas antiincendios los cuales en muchos de los casos resultan insuficientes para contener una conflagración, por lo cual el apoyo de los cuerpos de bomberos resulta fundamental a la hora de contener y eliminar dichos desastres. Uno de los mayores impedimentos para que los cuerpos de bomberos realicen su actividad en las propiedades horizontales actuales es su gran altura; para esto la tecnología Drone es una opción innovadora que podría ayudar a combatir una conflagración bajo estas condiciones.

para la realización del diseño propuesto primero se realizó un estudio de las opciones del mercado, posteriormente se definieron los requisitos básicos que debería cumplir un sistema extintor de fuego en alturas, acto seguido se procedió a condensar todo este conocimiento en un diseño mecatrónico que pudiera ser implementado en un dron y este pudiera apagar un incendio en alturas. Por último se eligió el dron que recibiría este diseño basándose en las especificaciones

del producto tales como, peso y envergadura que alcanzaría el elemento a implementar.

Por último en este trabajo podemos decir que gracias al avance tecnológico es posible no solo realizar un diseño de Drone para apagar incendios en altura, sino que es factible hacerlo realidad, el mercado provee los diferentes componentes para llevarlo a cabo.

Palabras Claves: Evolución, Ley de Bomberos de Colombia o Ley 1575 de 2012, edificios, emergencias, altura, Drone.

Abstract

DESIGN OF A HIGH-ALTITUDE FIRE EXTINGUISHING SYSTEM COMPATIBLE WITH AERIAL DRONE.

JOSÉ AUGUSTO LÓPEZ CABEZA

Cities evolve every day, and with this evolution come new challenges and needs, among them the ability to extinguish high-rise fires. Every day, the world and the country's construction industry manages to build taller buildings, which presents previously unmanaged needs. However, humans have the ability to improve, adapt or create new inventions that allow them to counteract the situations that arise. All of this is regulated in Law 1575 of 2012, also known as the General Law of Firefighters in Colombia.

We must seek solutions to problems that fortunately do not yet have relevance in the country. The day they begin to occur frequently, there will be material and human losses. To avoid this situation, the ideal would be to start creating new design solutions for this type of emergency, obtaining new devices and equipment to counteract any future situation with minimum risk. With this, the impact will be almost nil and will help the fire departments of the large cities where there are buildings with significant heights or in cities where there is a need to have a device equipped

with these mechanisms that could be adapted to help extinguish forest fires, which are so frequent in the country.

With these types of alternatives, instruments are sought that help mitigate the emergencies that will arise as cities are reorganized and grow. This type of equipment should be a vision not only of educational centers but also of citizens, as they are the great and main beneficiaries of being able to have a peaceful and secure life. In the event of a major emergency, rescue teams can turn to well-equipped and willing emergencies to overcome setbacks. This device will allow for the mitigation of this type of eventuality. This is one of the powerful reasons that sparked the interest in designing this high-rise fire suppression system compatible with aerial drones.

Keywords: Evolution, Colombian Fire Law or Law 1575 of 2012, buildings, emergencies, height, Drone.

GLOSARIO.

Drone: Un dron es un vehículo aéreo que vuela sin tripulación. Su nombre se deriva del inglés Drone, que en español significa “abeja macho”. Existen drones de diversos tamaños y con diferentes finalidades. Fuente: <https://conceptodefinicion.de/dron/>

Sistema contra incendios: Un sistema contra incendios es un conjunto de equipos y disposiciones que ayudan a prevenir y controlar un incendio. Fuente: <https://hidromecingenieros.com/que-es-un-sistema-contra-incendios/>

Altura: Distancia vertical de un cuerpo a la superficie de la tierra o a cualquier otra superficie tomada como referencia. Fuente: <https://dle.rae.es/altura>

Edificio: Construcción estable, hecha con materiales resistentes, para ser habitada o para otros usos. Fuente: <https://dle.rae.es/edificio?m=form>

Balón extintor: Es un innovador dispositivo pirotécnico de extinción de incendios semi automático, con un peso de tan solo 1,3 kg, con un alcance de extinción efectivo de 8 a 10 m. Sin necesidad de conocimientos previos o formación específica. Es simple de operar y lo suficientemente liviano para ser utilizado por casi cualquier persona, incluidos los niños. Con la

bola de fuego puedes extinguir cualquier tipo de fuego sin acercarte al fuego y al peligro que esto implica.

Con el estallido del fuego, la Bola de Fuego debe ser arrojada / rodada hacia la fuente del fuego.

Un mecanismo especial activa la pelota dentro de 3-10 segundos después de entrar en contacto con el fuego. Los ingredientes activos dentro de la bola extinguen el fuego de inmediato. Fuente:

@web_page{, title = {About ELIDE FIRE® Extinguishing ball - elidefire}, url = {https://www.elidefire.com/about-elide-fire-extinguishing-ball/}, }

1 Introducción

¿Sabías que los incendios en altura son un desafío considerable para los bomberos, pero que un diseño de un sistema de Drones especialmente para apagar incendios en alturas podría dotar de una herramienta poderosa contra estas catástrofes?

El sistema de extinción de incendios en alturas compatible con Drone es necesario debido a que en todos los países es cada vez más frecuente la construcción de edificios de gran altura; esto empieza a crear nuevas emergencias y problemáticas relacionadas con incendios en especial en los pisos superiores. En este caso nos enfocaremos en mencionar la importancia de esta investigación y a aportar el diseño de un sistema para la extinción de incendios en alturas empleando drones. Los cuerpos de bomberos ya no solo tendrán que estar capacitados para atender emergencias a nivel del suelo, sino también en alturas ya sea uso residencial u oficinas, la entrega de herramientas como la aquí planteada ayudará a crear bomberos que estarán en la capacidad de dar rápida respuesta a los pisos superiores en corto tiempo y evaluar la situación. En la actualidad en el país no existen mecanismos como el aquí propuesto, lo cual pone en riesgo la vida de los ocupantes de los edificios de gran altura.

2 Planteamiento del problema

2.1 Descripción

En Colombia alrededor del 45% de los habitantes urbanos viven en propiedad horizontal, estos son construidos cada vez más altos con el fin de densificar demográficamente las ciudades, dichas unidades habitacionales cuentan con sistemas anti incendios los cuales en muchos de los casos resultan insuficientes para contener una conflagración, por lo cual el apoyo de los cuerpos de bomberos resulta fundamental a la hora de contener y eliminar dichos desastres. Uno de los mayores impedimentos para que los cuerpos de bomberos realicen su actividad en las propiedades horizontales actuales es su gran altura; para esto la tecnología Drone es una opción innovadora que podría ayudar a combatir una conflagración bajo estas condiciones.

Existen los drones que pueden volar a la altura de los edificios más altos del país y del mundo, pero no están diseñados para ese tipo de funciones, en el país existen distintos tipos de equipos de vuelo no tripulado, a nivel comercial existen para fumigación y otro tipo de dispositivos de ese tipo, pero no está diseñado para apagar incendios como tal.

En otros países ya se han empezado a desarrollar este tipo de aparatos para apagar incendios en alturas entre otras funciones, especialmente China ya que tiene ciudades donde se tienen edificios con alturas superiores a los 100 metros.

2.2 Formulación

¿Es posible hacer el diseño de un sistema para apagar fuego en alturas para ser implementado en un dron?

3 Justificación

En la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, existen edificios que superan los 20 pisos de altura y cada día hay más proyectos que van por esta tendencia en el país y en el mundo.

En los casos en que haya una emergencia por incendio en un edificio con una altura superior a la que alcanzan los carros de bomberos, los cuerpos de ayuda tienen que hacer el ingreso piso por piso, lo cual hace la reacción a la emergencia muy lenta; de igual forma en algunos casos se presentan problemas de acceso a las edificaciones originadas por el deterioro de las estructuras impidiendo el ingreso de los equipos de bomberos para poder sofocar las llamas y superar la emergencia.

En algunos países del mundo entre ellos en China donde hay más de 10000 edificios que superan los 50 pisos de altura, se presentan varias emergencias al año (Wang et al., 2022), lo cual genera no solo pérdidas materiales e infraestructura, si no también pérdidas humanas, en el país no hay una gran cantidad de este tipo de emergencias , pero debido al crecimiento de la población y de las ciudades, pronto estaremos viviendo un incremento progresivo de las emergencias ocasionadas por incendios en alturas.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de extinción de incendios en altura compatible con Drone.

4.1.1 *Objetivos específicos*

Establecer las características básicas de un sistema de aspersión en alturas.

Identificar las características necesarias del sistema de aspersión para apagar incendios en alturas

Establecer cuál es el Drone más adecuado para equipar con el sistema diseñado.

5 Marco teórico

Que es un Drone

Vehículo no tripulado aéreo el cual vuela sin ser conducido por alguien, aunque en la actualidad se están desarrollando algunos que, si son tripulados, su vuelo puede ser a través de control remoto o una programación de software (*Cultura Tecnológica: ¿Qué Es Un Dron y Cuáles Son Sus Usos?*, n.d.).



Figura 1:Drone de fumigación

Fuente: <https://aerocamaras.es/drones-en-agricultura-para-que-sirven/>

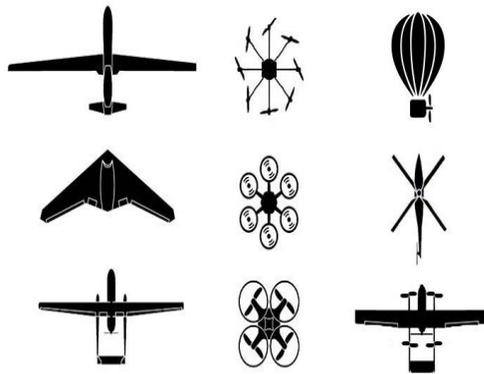


Figura 2: Tipos de Drones

Fuente: <https://www.hispadrones.com/principiantes/aprendizaje-consejos/tipos-de-drones/>

Según el número de hélices:

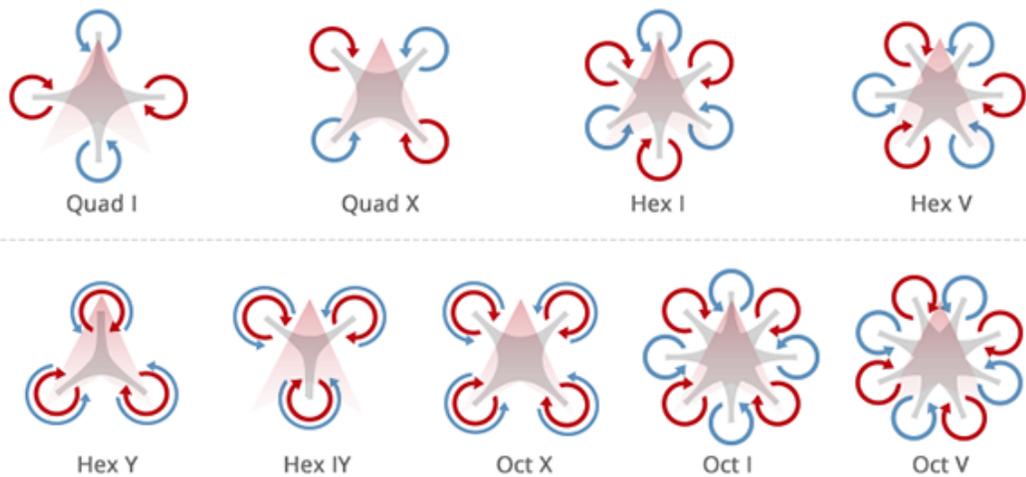


Figura 3: Tipos de Drones

Fuente: <https://filmora.wondershare.es/drones/types-of-drones.html>

- Que es un sistema de extinción de incendios

“Los sistemas de extinción de incendios se utilizan para extinguir, controlar o, en algunos casos, evitar por completo que se propaguen u ocurran incendios. Son una parte integral de cualquier infraestructura de protección contra incendios.

Un sistema de extinción de incendios se clasifica como un sistema activo de protección contra incendios. Esto significa que está compuesto por unidades diseñadas para extinguir incendios mediante la aplicación de una sustancia. Estas sustancias pueden ser agua, espuma o compuestos químicos” (▷ *¿Qué Es Un Sistema de Extinción de Incendios y Cómo Funciona? [2022] | IO Technology, n.d.)*

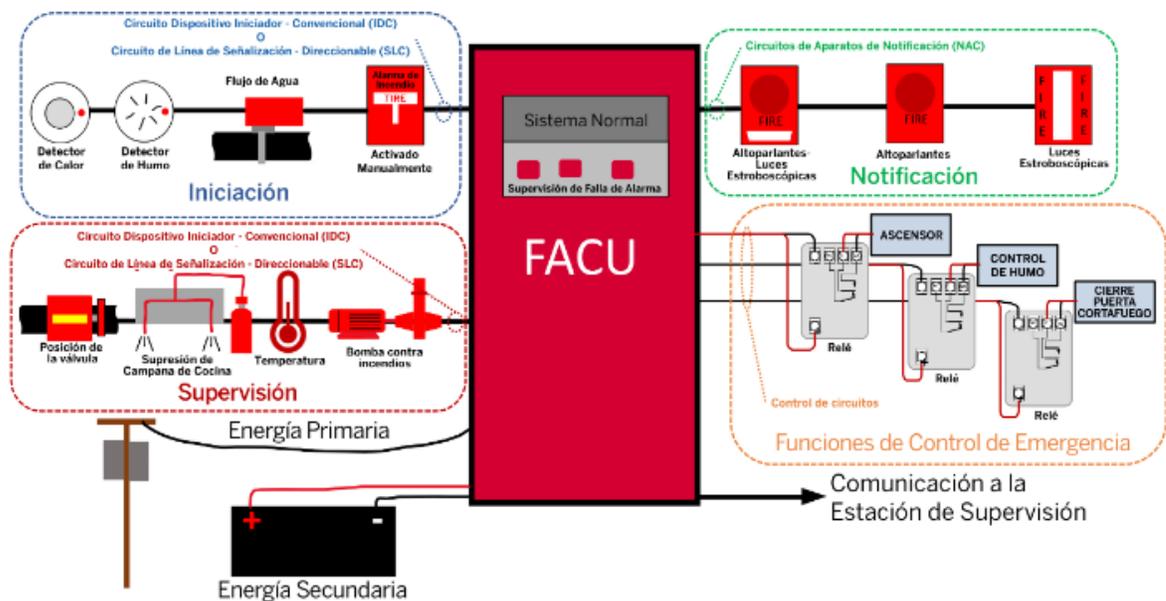


Figura 4: Sistema de alarma y sistema contra incendio

Fuente: <https://nfpajla.org/blog/1844-una-guia-de-conceptos-basicos-de-alarmas-de-incendios>



Figura 5: Sistema de extinción de incendios.

Fuente: <https://www.firext.es/servicios/sistemas-de-extincion-de-incendios/>



Figura 6: Balón de extinción de incendios.

Fuente: <https://www.elidefire.com/about-elide-fire-extinguishing-ball>

Esta situación termina por afectar la buena calidad de la energía que suministra EPM y que es consumida por la empresa, causando caídas de tensiones en las líneas, sobrecalentándolas, saturándolas de energía reactiva, y también afecta directamente el rendimiento de los motores, acortando su vida útil.

- Que es un diseño

“Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.” (*¿Qué Es Diseño?» Su Definición y Significado [2022], n.d.*)

- Que es un incendio

“Incendio (del latín incendium) es el fuego de grandes proporciones que destruye aquello que no está destinado a quemarse. El surgimiento de un incendio implica que la ocurrencia de fuego fuera de control, con riesgo para los seres vivos, las viviendas y cualquier estructura.

Además de ello es importante tener en cuenta que hay tres elementos que deben confluír para que finalmente se produzca ese incendio. En concreto, nos estamos refiriendo al calor, al

combustible pertinente y al oxígeno.” (*Definición de Incendio - Qué Es, Significado y Concepto*, n.d.)



Figura 7:Incendios

Fuente:<https://www.latimes.com/espanol/california/articulo/2021-09-12/incendio-tramo-autopista-california>



Figura 8:Incendio en pisos superiores de edificio

Fuente: https://www.abc.es/espana/madrid/abci-incendio-madrid-gran-incendio-devora-pisos-superiores-edificio-norte-madrid-202008290901_noticia.html



Figura 9:Incendio en edificio

Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-40271082>



Figura 10:Incendio

Fuente: <https://lozanoasociados.net/investiga-y-aprende-con-nosotros-el-incendio-en-itc-deer-park-houston-part-iii-impacto-ambiental-y-lecciones-aprendidas/>

- Que es un edificio.

“Del latín aedificiūm, un edificio es una construcción fija que se utiliza como vivienda humana o que permite la realización de distintas actividades. El origen etimológico del término está relacionado con “hacer fuego”, ya que las primeras construcciones humanas tenían como objetivo la protección del fuego (para evitar que éste sea apagado por el viento o la lluvia).”
(*Definición de Edificio - Qué Es, Significado y Concepto*, n.d.)



Figura 11:Edificios

Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/kuala-lumpur-torres-petronas-1820944/>



Figura 12:Edificio1

Fuente: <https://www.archdaily.co/co/896330/workac-disena-una-vivienda-invisible-en-la-azotea-de-un-antiguo-edificio>



Figura 13:El edificio más alto de Colombia

Fuente: <https://www.pulzo.com/economia/compraran-bd-bacata-edificio-alto-bogota-colombia-empresarios-PP1855061>

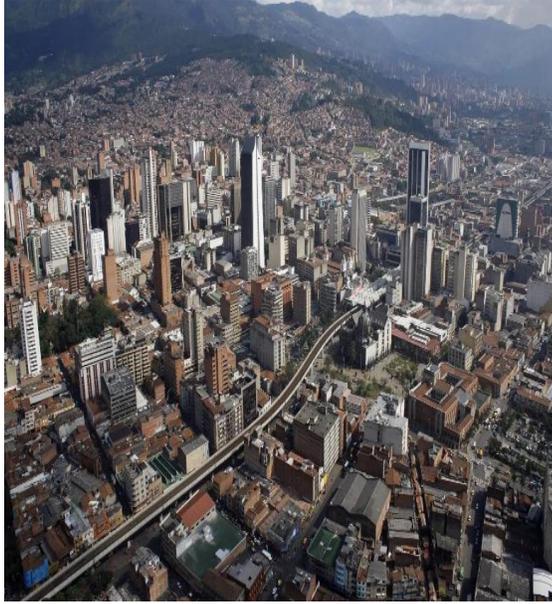


Figura 14: Edificios en Medellín

Fuente: <https://www.constructoraguigo.com/momento-clave-para-comprar-vivienda-en-medellin/>

6 Metodología

6.1 Tipo de Proyecto

La metodología estratégica empleada en este proyecto es tipo exploratoria, para ello se realizará investigación las cuales van a permitir identificar o conocer las variables que influyen en este tipo de estudios.

6.2 Método

Se hará una búsqueda de elementos existentes de extinción de incendios en alturas, luego se observará las tecnologías aplicadas a Drones y posteriormente se realizará un diseño preliminar y por último se buscará el Drone más adecuado para equipar con el diseño resultante.

6.3 Instrumentos de recolección de información.

6.3.1. Fuentes Primarias: Las fuentes a las cuales se tuvo acceso para recolectar la información se basaron en artículos virtuales sobre investigación, desarrollo de otros sistemas de

este tipo y consulta a cuerpos de Bomberos de Bello y Sabaneta.

6.3.2. Fuentes secundarias: Las fuentes a las cuales se tuvo acceso para recolectar información son asesoría de docentes y asesoría con personal que tiene conocimiento en el tema de Drones.

7 Resultados

7.1 características básicas de un sistema de aspersión en alturas.

Según las fuentes consultadas y lo investigado, se pudo establecer que sería mejor emplear como elemento extintor de fuego polvo seco, por su rápida acción y fácil manipulación en comparación del agua u otro líquido. también se encontró que el polvo seco comprimido en un balón facilita aun mas la extincion de fuego y la manipulacion del producto limitando los daños colaterales tanto a personas como a la infraestructura

Un Drone equipado con equipos de polvo seco para combatir incendios en alturas sería mucho mejor que un Drone equipado con equipo líquidos o alguna solución acuosa, ya que, si bien el líquido se puede emplear en la extinción de fuego, su acción no es tan rápida como el polvo seco y comprimido en el balón extintor, además usar sustancias acuosas puede generar otros riesgos como por ejemplo ser electrocutado o recibir una descarga eléctrica .

Por otro lado existen dispositivos diseñados específicamente para romper vidrios de seguridad en alturas en situaciones de emergencia. Estos dispositivos se conocen como "martillos de rescate" o "martillos de emergencia".

- ***Martillos de rescate:*** Son herramientas portátiles que tienen una cabeza con una punta muy dura y afilada, generalmente de acero o carburo de tungsteno. También cuentan con un mango ergonómico que proporciona un buen agarre. Estos martillos

están diseñados para romper vidrios con una fuerza mínima, lo que permite a las personas escapar de vehículos o edificios en caso de emergencia.

- ***Diseño de doble cabeza:*** Algunos martillos de rescate tienen una doble cabeza, con una punta en un extremo y un cortador de cinturón de seguridad en el otro. Esto proporciona opciones adicionales para las personas que pueden estar atrapadas y necesitan cortar el cinturón de seguridad antes de salir del vehículo.
- ***Punta afilada:*** La punta del martillo de rescate está diseñada para concentrar la fuerza en un área pequeña, lo que permite romper el vidrio con mayor facilidad. Algunos modelos pueden tener una punta reemplazable en caso de desgaste o daño.
- ***Soporte para montaje:*** Muchos vehículos de emergencia, como ambulancias o camiones de bomberos, tienen martillos de rescate montados de manera segura en un soporte. Esto asegura que el martillo esté siempre al alcance en caso de necesidad.

Es importante destacar que estos martillos de rescate están diseñados específicamente para romper vidrios de seguridad, que son vidrios laminados utilizados en edificios, vehículos y otros entornos donde se requiere una mayor resistencia. Estos vidrios están compuestos por capas de vidrio con una lámina intermedia de plástico resistente, lo que dificulta su ruptura. Los martillos de rescate son herramientas diseñadas para superar esta resistencia y permitir una salida rápida y segura en situaciones de emergencia.

7.1.1. Sistema propuesto: El sistema propuesto se considera altamente adecuado para ser instalado

en el Drone destinado a la extinción de incendios en alturas, es un mecanismo que consta de dos motores brushless que se usan para impulsar un perdigón alargado en forma de flecha por la facilidad de transporte, el peso y la movilidad de estas, en la punta tiene una cabeza como la del martillo de rescate, está hecha generalmente de acero o carburo de tungsteno, es dura, afilada, además de fácil manejo y uso, el mecanismo se va retroalimentando disparo a disparo, ya que van contenidas en una caja con facilidad de portar varias a la vez, es activado desde el control de mando del Drone.

Esto es complementado con el mecanismo porta balones, el cual va equipado con dos motores brushless que propulsan cada balón extintor hasta el conato del incendio o lo más cercano posible, así poder activar el mecanismo interno para estallar y sofocar las llamas, el Drone además ira equipado con los componentes ya mencionados que permitirá ser operado a distancia con el centro de mando que viene incluido con el aparato.

La energía para poder operar el Drone y los demás mecanismos implementados será proporcionada por la batería que viene incluida, lo cual le permitirá una autonomía de vuelo entre 15 y 20 minutos el cual viene estipulado por el fabricante, para determinar el uso de este Drone.

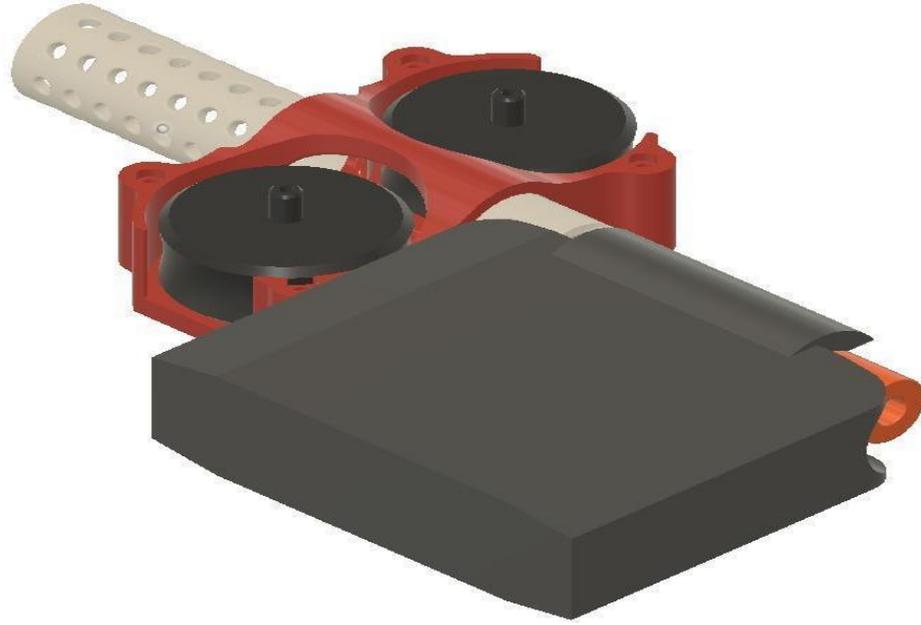


Figura 15: Sistema para romper vidrio

Fuente: Autoría propia.



Figura 16:Perdigón con la punta en la cabeza para romper vidrios.

Fuente: Autoría propia

7.2 características necesarias del sistema de aspersión para apagar incendios en alturas.

Se tuvo presente un sistema de aspersión para apagar incendios en alturas adaptándolo a un Drone, durante todo el proceso de investigación la información disponible sobre este mecanismo mostro que había muchas limitantes por el tipo de aparato volador que se debía usar, la limitación con el tanque de agua, el mecanismo o la forma para abastecer de agua al sistema y los aspersores que en la mayoría de veces solo servía para humedecer superficies y zonas para evitar la propagación del fuego, pero no atacaba directamente el cono del incendio, se realizó una consulta a algunos Bomberos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Ver en anexos las encuestas), los cuales comentaron y recomendaron mejor no usar un sistema de aspersión, si no un sistema con polvo seco, que puede intervenir de manera más pronta y de fácil manejo, el cual consta de un mecanismo para romper vidrios cuando sea necesario y un mecanismo para descargar balones de polvo seco ABC para todo tipo incendios, ya que para recargar basta solo con cargar dos o tres balones y puede arrancar de nuevo, mientras que si fuese un sistema basado en agua tardaría más tiempo en recargar y volver al lugar de la conflagracion.

“¿Qué es ELIDE FIRE ® Bola de extinción de incendios?

Es una bola de extinción de incendios portátil de activación automática, al entrar en contacto con la llama, el interruptor se activa y el producto químico seco se dispersa, cubriendo un área de incendio de 4m² Equivalente a un extintor estándar de 5 libras, La fuerza circular hacia afuera de la explosión de la bola de extinción de incendios ayudará a eliminar el oxígeno del área del incendio y el producto químico seco extinguirá el fuego.

La bola de extinción de incendios se ha desarrollado para abordar muchos de los problemas y limitaciones asociados con los extintores de incendios estándar, contiene los mismos productos químicos secos, y se puede usar para apagar incendios de las clases A, B y C, además es fácil de usar y agrega protección adicional ya que su auto activará en presencia de fuego sin intervención humana.

Los extintores tradicionales o estándar requieren la intención humana, la cual puede poner en peligro su integridad, con este sistema de balones apaga fuegos, es más liviano, portátil, se activa automáticamente, y la intervención humana suele ser muy poco y casi nula, ya que lo puede simplemente tirar hacia el foco del incendio.

Se puede concluir que cuando hay un incendio, las personas que son las primeras en llegar al lugar no pueden detener el fuego de inmediato. Por esa razón, la radiación de calor del fuego es de más de 800 grados centígrados. Además, mientras usan el equipo de extinción, no pueden ponerse de pie y rociar a menos de 1,8 metros, ya que hará demasiado calor para las personas que no están equipadas, ya que no tienen ropa de protección contra la radiación térmica como el bombero, de igual forma cuando llegue el cuerpo de bomberos no pueden ayudar mucho a la propiedad, lo único que hacen es rociar agua donde el fuego no se ha extendido para reducir la temperatura y esperar a que el fuego consuma todo el combustible, esto se aplica en la mayoría de incendios.

Los balones apagafuego tienen un peso de 1.3 kilogramos aproximadamente y un diámetro de 15 centímetros, es ligero y ajustado a la mano, lo pueden usar desde niños hasta ancianos, se activa automáticamente entre 3 y 10 segundos cuando se toca el marco, no se requiere

mantenimiento durante 5 años que es la vida útil, no hay costos extras por mantenimiento, no se requiere capacitar para su uso ya que es muy fácil, emite sonido de alerta cuando se activa, el sonido emitido es inferior a 140 dB y el sonido de impacto (Ruido Impulsivo) según el estándar de sonido asignado por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos por sus siglas en Ingles (ACGIH) 1999, el polvo químico que contienen estos balones no es dañino para el ser humano ni para el medio ambiente, tampoco figura en la lista de sustancias químicas peligrosas que destruye el medio ambiente, la explosión del balón extintor no es perjudicial para la propiedad y los usuarios, además, el material está envuelto en espuma tipo CFC (Clorofluorocarburos) no inflamable.”



Figura 17: Balón extintor de fuego con polvo seco.

Fuente: @web_page{, title = {About ELIDE FIRE® Extinguishing ball - elidefire}, url = {<https://www.elidefire.com/about-elide-fire-extinguishing-ball/>}, }

7.3 Drone más adecuado para equipar el sistema diseñado.

El Drone debe estar equipado con componentes tales como:

- Cámara de alta definición y con infrarrojo para monitorear el Drone y que el piloto pueda hacer un reconocimiento y/o paneo de la zona tanto la afectada como las cercanas, así aportar información al equipo que sube al sitio de la emergencia.
- Cámara térmica, esta permitirá ubicar e identificar el cono del incendio y las zonas más calientes, y quizás ayudar a encontrar personas en el piso o en el área del incendio.
- Termómetro láser para medir la temperatura en las diferentes zonas, y así poder predecir hacia qué lados o partes tenderá el fuego, y avisar al equipo que va subiendo o que llega a atender la zona y poder ser más efectivos y precisos en menos tiempo.
- Sistema rompe vidrios, se debe usar a una distancia estimada entre 2,5 y 3 metros, para evitar ser alcanzado por una explosión al momento que se rompa el vidrio en el caso de ser necesario.
- Mecanismo extintor, equipado con dos o tres balones extintores, para dispararlos de una distancia que permita al Drone estar fuera del alcance de las llamas pero que sea lo más preciso posible para que quede centrado al conato del fuego.
- un sistema de baterías que le permita al Drone tener autonomía de vuelo entre 15 y 20 minutos y poder operar todos los sistemas necesarios para combatir el incendio.

- Sensor de material particulado, para medir el grado de contaminación emitido por el incendio, y poder informar al equipo de tierra, así poder proceder de manera más efectiva.
- Sistema de luces de emergencia para ser visible.
- Sistema de iluminación para zonas oscuras.
- El Drone debe estar hecho de componentes resistentes y livianos como la fibra de carbono.
- Los motores deben ser tipo brushless y dobles, que permita tener más potencia y fuerza para cargar mayor peso, este tipo de motores son resistentes al agua.
- Hélices en fibra de carbono
- Cables de potencia, para cablear todos los componentes, para los motores, speed control, placa y batería calibre 16 en material nylon flexible, para el resto de componentes calibre 22 de nylon flexible.
- El Drone se equipará con todos los componentes, se habilita uno de los canales de comunicación y así se puede activar todo lo implementado, el cual va a estar conformado por motores brushless, flechas para romper vidrio, sistema de balones extintores de fuego, las cámaras de guía, cámara de temperatura, termómetro laser, sensor de gases y los demás componentes.

Luego de determinar los componentes, características y usos, se obtiene que el Drone equipado con todos los componentes tendrían un peso aproximado de 8 kilogramos:

Balones extintores 1.3 Kg x 3 unidades

Sistema porta balones extintores 0.5 Kg

Sistema rompe vidrios cargado 0.5 Kg

Chasis de Drone Tarot T-18 1.3 Kg

Sensores y Cámaras 0.8 Kg

Motores brushless 1.0 Kg

Se escogió el Drone Tarot T-18 cuadricóptero de doble motor lo que le permite mayor estabilidad, versatilidad y autonomía de vuelo. Dicho drone tiene una carga útil de entre 10 y 12 kilogramos y una autonomía de vuelo de 20 minutos aproximadamente definidos por el fabricante, se estudiaron en el mercado varios modelos y sus características llegando a la conclusión de que el Drone más adaptable por la estructura, personalización, el material en que está construido, por su relación de potencia/peso y la capacidad de carga es el Taro T-18, otros modelos que se contemplaron usar fueron.



Figura 18:Taro T-18

Fuente:<https://alpha-rc-heli.com/shop/tarot-drone-t18-octocopter-kit-and-6s-power-package/>



Figura 19: • Drone de pulverización agrícola EFT G20 V2.0

Fuente:

https://www.topxgunag.com/products?gclid=Cj0KCQjw4NujBhC5ARIsAF4Iv6eeIWwm1ij2b_FpWX-DNMA-1aocFwRL9XYWew96Ti4FpQ8gkv8amb0aArXkEALw_wcB



Figura 20: • Drone de protección agrícola XT90

Fuente: <https://es.aliexpress.com/item/32804256873.html>



Figura 21: Drone X4-10

Fuente: <https://es.aliexpress.com/item/32798832126.html>



Figura 22:DroneEV610

Fuente: <https://es.aliexpress.com/item/1005004831277822.html>

Se presenta a continuación los Planos del diseño de sistema de extinción de incendios en altura compatible con Drone aéreo, las medidas aquí presentadas están dadas en milímetros.

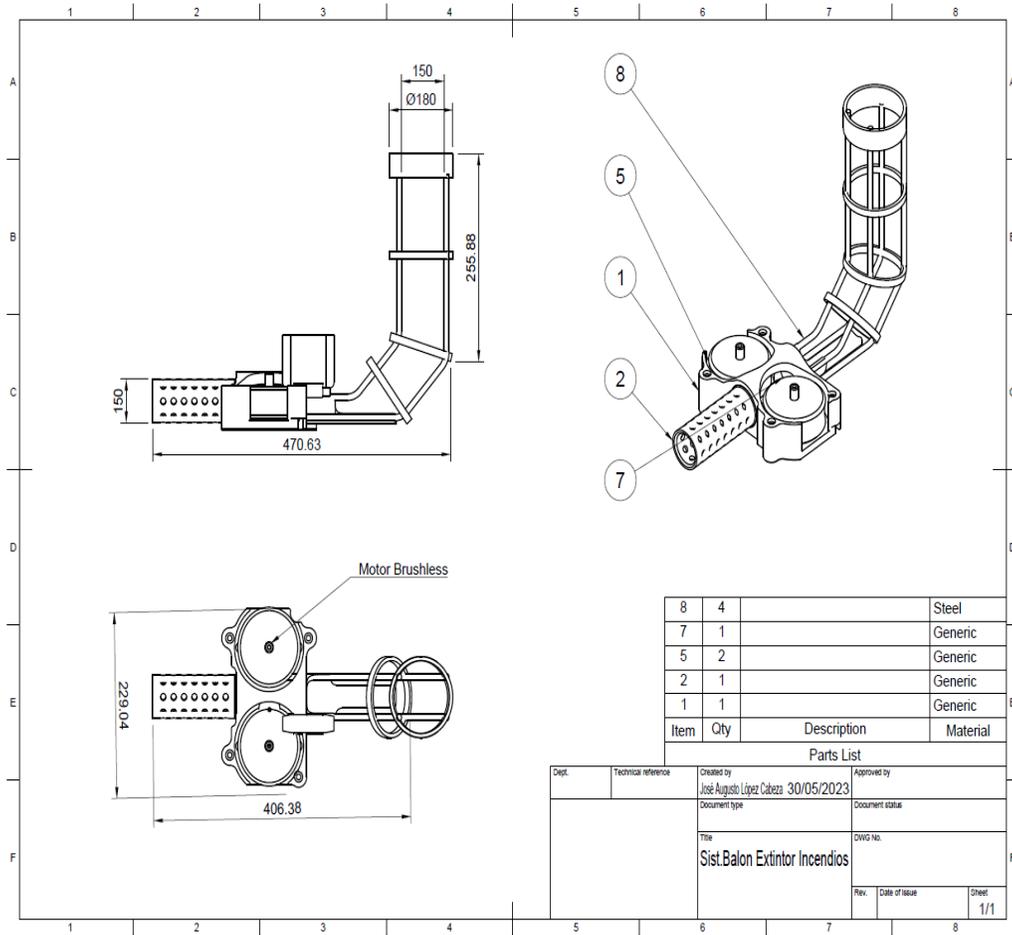


Figura 23: Planos mecánicos del sistema Extintor

Fuente: Autoría propia



Figura 26: Plano sistema de balones extintores.

Fuente: Autoría propia



Figura 27: Balón extintor

Fuente: @web_page{, title = {About ELIDE FIRE® Extinguishing ball - elidefire}, url =
{<https://www.elidefire.com/about-elide-fire-extinguishing-ball/>}, }



Figura 28 Vista superior de prototipo

Fuente: Autoría propia



Figura 29: Vista inferior prototipo

Fuente: autoría propia.



Figura 30: Drone Prototipo

Fuente: Autoría propia.



Figura 31: Drone sin alimentador de Balones

Fuente: Autoría propia.

8 Conclusiones.

Al momento de plantear este trabajo de grado, se pensó en diseñar un sistema de aspersores para adaptarlos a un Drone y así poder apagar incendios en alturas, se encontró que este sistema es bastante difícil de manipular e implementar, igualmente afectaba ostensiblemente la autonomía de vuelo de los Drones esto por la dificultad a la hora de cargar los tanques de agua por lo cual se considero la idea inicial inviable, reenfocando el diseño al uso de balones de material extintor seco..

La selección del Drone no dependía solo de la apreciación del investigador, sino también el concepto de bomberos que en últimas son quienes acuden a las emergencias de incendios en altura, teniendo los argumentos necesarios, se hacía indispensable determinar los requisitos y las capacidades requeridas como son la capacidad de carga, autonomía de vuelo, estabilidad, la resistencia al fuego y/o al calor, así como cumplir las regulaciones estatales para poder implementar y usar este dispositivo.

Gracias al avance tecnológico es posible no solo realizar un diseño de Drone para apagar incendios en altura, sino que es factible hacerlo realidad, el mercado provee los diferentes componentes para llevarlo a cabo.

9 Recomendaciones

Sistema de navegación y control: El dron debe estar equipado con un sistema de navegación preciso y confiable que permita realizar vuelos a controlados de forma remota. Esto incluye características como el seguimiento de rutas predefinidas, la detección y evasión de obstáculos, y una respuesta rápida a los comandos.

Comunicación y coordinación: Es esencial establecer un sistema de comunicación efectivo entre el dron y los equipos terrestres encargados de gestionar y coordinar la extinción de incendios. Esto facilita una colaboración fluida y una respuesta más eficiente en tiempo real.

Seguridad y cumplimiento normativo: Se deben cumplir todas las regulaciones y requisitos de seguridad establecidos por las autoridades competentes para la operación de drones. Esto implica obtener los permisos necesarios, seguir las normas de vuelo y adoptar medidas de seguridad adicionales para prevenir accidentes o daños.

Pruebas y ajustes: En el caso que se realice un prototipo y antes de utilizar el dron en situaciones reales de extinción de incendios, es fundamental realizar pruebas exhaustivas para verificar su funcionamiento, rendimiento y seguridad. Se deben realizar ajustes y mejoras según sea necesario para asegurar un desempeño óptimo.

Referencias Bibliográficas

¿Qué es Diseño?» *Su Definición y Significado [2022]*. (n.d.). Retrieved August 27, 2022, from <https://conceptodefinicion.de/disenio/>.

Cultura tecnológica: ¿Qué es un dron y cuáles son sus usos? (n.d.). Retrieved August 27, 2022, from <https://edu.gcfglobal.org/es/cultura-tecnologica/que-es-un-dron-y-cuales-son-sus-usos/1/>.

Definición de edificio - Qué es, Significado y Concepto. (n.d.). Retrieved August 27, 2022, from <https://definicion.de/edificio/>.

Definición de incendio - Qué es, Significado y Concepto. (n.d.). Retrieved August 27, 2022, from <https://definicion.de/incendio/>.

Wang, K., Yuan, Y., Chen, M., Lou, Z., Zhu, Z., & Li, R. (2022). A Study of Fire Drone Extinguishing System in High-Rise Buildings. *Fire*, 5(3), 75. <https://doi.org/10.3390/fire5030075>

▷ *¿Qué es un sistema de extinción de incendios y cómo funciona? [2022] / IO Technology.* (n.d.). Retrieved August 27, 2022, from <https://iotechnology.pe/redes-contra-incendio-humedas-secas/que-es-un-sistema-de-extincion-de-incendios-y-como-funciona/>

Ángel Mejía, L., & Camilo García, J. (n.d.). *Desarrollo de Sistema Aéreo Tipo Dron para Fotografía y Grabación*.

About ELIDE FIRE® Extinguishing ball - elidefire. (n.d.). Retrieved May 30, 2023, from <https://www.elidefire.com/about-elide-fire-extinguishing-ball/>