

**Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para el análisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca**



**Karen Julieth López Samboní**

**Norvi Orlandi Muñoz Córdoba**

**Informe Práctica Profesional**

**Directora**

**Mg. Carolina Castrillón Ojeda**

**Universidad Del Cauca**

**Facultad De Ciencias Humanas Y Sociales**

**Bomberos Voluntarios**

**Popayán 2023**

**Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para el análisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca**



**Karen Julieth López Samboní**

**Norvi Orlandi Muñoz Córdoba**

**Trabajo de Grado en Modalidad de Práctica Profesional para Optar el Título de Geógrafas**

**Directora**

**Mg. Carolina Castrillón Ojeda**

**Asesor por la Institución de Bomberos Popayán**

**Cabo William Canencio**

**Universidad Del Cauca**

**Facultad De Ciencias Humanas Y Sociales**

**Bomberos Voluntarios**

**Popayán 2023**

**Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para el análisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca**

---

**Karen Julieth López Samboní**  
Estudiante

---

**Norvi Orlandi Muñoz Córdoba**  
Estudiante

---

**Carolina Castrillón Ojeda**  
Asesora Académica

---

**Br. Andrés Ramírez**  
Asesor Institucional

## CONTENIDO

1. Contextualización del Trabajo .....	1
1.1. Área de Estudio.....	1
1.2. Planteamiento del Problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
2. Marco Teórico del Proyecto.....	5
2.1 Marco Conceptual.....	8
3. Metodología .....	13
3.1. Etapa 1 .....	14
3.2. Etapa 2 .....	16
3.3. Etapa 3 .....	17
3.4. Diagrama de Flujo del Trabajo .....	19
4. Estructuración, Clasificación y Análisis de la Información.....	20
4.1 Organización y Sistematización de la Información .....	20
4.2. Identificación de las Zonas más Vulnerables a Presentar un Evento de Incendio Forestal.....	21
4.3. Diagnóstico Inicial .....	26

4.3.1. Impacto de los Incendios Forestales en Popayán Cauca 2018-2022 .....	26
4.3.2 Generalidades Ambientales del Municipio de Popayán .....	27
4.3.3 Análisis de la Situación General .....	33
4.3.3.1 Zonas de Mayor Ocurrencia de Incendios Forestales. ....	37
4.3.3.2 Principales Factores que se Afectan a Causa de un Incendio Forestal. ....	43
5. Estructuración y Elaboración de Datos Espaciales .....	46
5.1. Geodatabase .....	46
6. Análisis Espacial de Distribución de Incendios Forestales.....	53
6.1. Zonas Principales de Incendios Forestales Popayán Cauca, 2018-2022 .....	53
6.1.2. Verificación y Georreferenciación de Puntos de Incendios por Medio de Google Earth. ....	57
6.2. Densidad de Kernel.....	62
6.3. Cobertura Vegetal .....	66
6.4. Uso de Suelos.....	70
6.5. Zonificación de Atención a Emergencias por Incendios Forestales por Estación .	75
6.6. Población Afectada con un Área de Influencia de 500 Metros Alrededor de Cada Zona Principal de Incendios Forestales .....	77
6.7. Rosa de los Vientos.....	82
6.8. Relieve .....	84
6.9. Clima.....	88

7. Conclusiones .....	92
8. Recomendaciones .....	94
Referencias Bibliográficas .....	96
Anexos .....	100
Anexo 1 .....	100
Anexo 2 .....	101
Anexo 3 .....	102

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Total, incendios forestales por año .....	20
Tabla 2.	Zonas de ocurrencia de incendios forestales 2018-2022.....	21
Tabla 3.	Recurrencia de incendios forestales por año .....	24
Tabla 4.	Cuencas hidrográficas del municipio de Popayán.....	30
Tabla 5.	Recurrencia de incendios forestales por zona.....	37
Tabla 6.	Descripción geodatabase de información sobre cobertura vegetal.....	47
Tabla 7.	Descripción geodatabase de información sobre clima .....	48
Tabla 8.	Descripción geodatabase de información sobre zonas de ocurrencia de incendios principales.....	48
Tabla 9.	Descripción geodatabase de información sobre población.....	49
Tabla 10.	Descripción geodatabase de información sobre recurrencia de incendios por zona.....	49
Tabla 11.	Descripción geodatabase de información sobre zona urbana y centros poblados .....	50
Tabla 12.	Descripción geodatabase de información sobre uso del suelo .....	50
Tabla 13.	Descripción de nomenclatura vial.....	50
Tabla 14.	Descripción de las veredas del municipio de Popayán Cauca .....	51
Tabla 15.	Descripción de drenajes sencillos .....	51
Tabla 16.	Descripción de zonificación de atención a emergencias según estación bomberil .....	52

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Zonas principales de ocurrencia de incendios forestales 2018-2022 .....	25
Imagen 2. Modelo personal geodatabase .....	47
Imagen 3. Verificación de recurrencia de incendios .....	57
Imagen 4. Recurrencias de incendios por año.....	58
Imagen 5. Análisis poblacional por zona principal de incendios.....	77

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1: El Ortigal .....	38
Fotografía N°2: Vía a Timbío.....	39
Fotografía N°3: Julumito .....	39
Fotografía N°4: El Hogar.....	39
Fotografía N°5: Cajete .....	40
Fotografía N°6: Pomona .....	40
Fotografía N°7: Variante Norte .....	40
Fotografía N°8: Variante Sur.....	41
Fotografía N°9: Pueblillo.....	41
Fotografía N°10: Tres Cruces .....	41
Fotografía N°11: Vía al Huila.....	42
Fotografía N°12: Las Guacas.....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico N°1: Diagrama de flujo.....	19
Gráfico N°2: Precipitación y Temperatura .....	34
Gráfico N°3: Incendios forestales por año,2018-2022 .....	35
Gráfico N°4: Incendios forestales 2019.....	36
Gráfico N°5: Uso del suelo.....	71

## LISTA DE MAPAS

Mapa N°1: Área de estudio.....	1
Mapa N°2: Zonas principales de incendios forestales 2018-2022.....	53
Mapa N°3: Recurrencia de incendios forestales por zona .....	58
Mapa N°4: Nivel de concentración de incendios forestales .....	62
Mapa N°5: Cobertura vegetal .....	66
Mapa N°6: Uso del suelo .....	70
Mapa N°7: Zonificación para la atención de incendios forestales según estación .....	75
Mapa N°8: Población afectada por incendios forestales.....	78
Mapa N°9: Rosa de los vientos.....	82
Mapa N°10: Relieve, Popayán Cauca.....	84
Mapa N°11: Clima, Popayán Cauca .....	88

## LISTA DE VENTANAS DE OBSERVACIÓN A ESCALA 1:10.000

Ventana de observación N°1: Puntos principales Zona Norte.....	55
Ventana de observación N°2: Puntos principales Zona Sur .....	55
Ventana de observación N°3: Puntos principales Zona Oriente.....	56
Ventana de observación N°4: Puntos principales Zona Occidente.....	56
Ventana de observación N°5: Recurrencia Zona Norte.....	59
Ventana de observación N°6: Recurrencia Zona Sur .....	60
Ventana de observación N°7: Recurrencia Zona Oriente.....	60
Ventana de observación N°8: Recurrencia Zona Occidente.....	61
Ventana de observación N°9: Densidad de Kernel Zona Norte .....	63
Ventana de observación N°10: Densidad de Kernel Zona Sur.....	64
Ventana de observación N°11: Densidad de Kernel Zona Oriente .....	64
Ventana de observación N°12: Densidad de Kernel Zona Occidente .....	65
Ventana de observación N°13: Cobertura vegetal Zona Norte.....	67
Ventana de observación N°14: Cobertura vegetal Zona Sur .....	68
Ventana de observación N°15: Cobertura vegetal Zona Oriente.....	68
Ventana de observación N°16: Cobertura vegetal Zona Occidente .....	69
Ventana de observación N°17: Uso del suelo Zona Norte .....	72
Ventana de observación N°18: Uso del suelo Zona Sur.....	73
Ventana de observación N°19: Uso del suelo Zona Oriente .....	73

Ventana de observación N°20: Uso del suelo Zona Occidente .....	74
Ventana de observación N°21: Población afectada Zona Norte .....	80
Ventana de observación N°22: Población afectada Zona Sur .....	80
Ventana de observación N°23: Población afectada Zona Oriente .....	81
Ventana de observación N°24: Población afectada Zona Occidente.....	81
Ventana de observación N°25: Relieve Zona Norte .....	86
Ventana de observación N°26: Relieve Zona Sur .....	86
Ventana de observación N°27: Relieve Zona Oriente .....	87
Ventana de observación N°28: Relieve Zona Occidente.....	87
Ventana de observación N°29: Clima Zona Norte .....	90
Ventana de observación N°30: Clima Zona Sur .....	90
Ventana de observación N°31: Clima Zona Oriente.....	91
Ventana de observación N°32: Clima Zona Occidente .....	91

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios por habernos permitido llegar a este momento tan importante para nosotras.

A nuestras familias y demás personas por habernos apoyado incondicionalmente, les agradecemos por su constante aliento a lo largo de nuestras vidas y especialmente durante el tiempo en la universidad.

A nuestra directora de trabajo de grado Mg. Carolina Castrillón Ojeda, por su orientación, apoyo y paciencia a lo largo de este proceso. Su valioso conocimiento fue fundamental a la hora de ejecutar este proyecto y llevarlo a cabo.

A la Institución del Cuerpo de Bomberos voluntarios de Popayán, en especial a nuestro asesor de práctica Br. Andrés Ramírez por su dedicación y compromiso durante el proceso, al Cte. Francisco José Arboleda Hartman, Tte. Diego Martínez y al Cbo. William Canencio por su orientación y por brindarnos la oportunidad aplicar nuestro conocimiento para el desarrollo de este proyecto.

Por último, queremos agradecer a nuestros profesores de la carrera de Geografía, especialmente al Mg. Usuardo Ramírez Rico por compartir sus conocimientos y orientarnos durante toda la carrera.

*¡Gracias a todos!*

***Karen López***

***Norvi Muñoz***

## **Resumen**

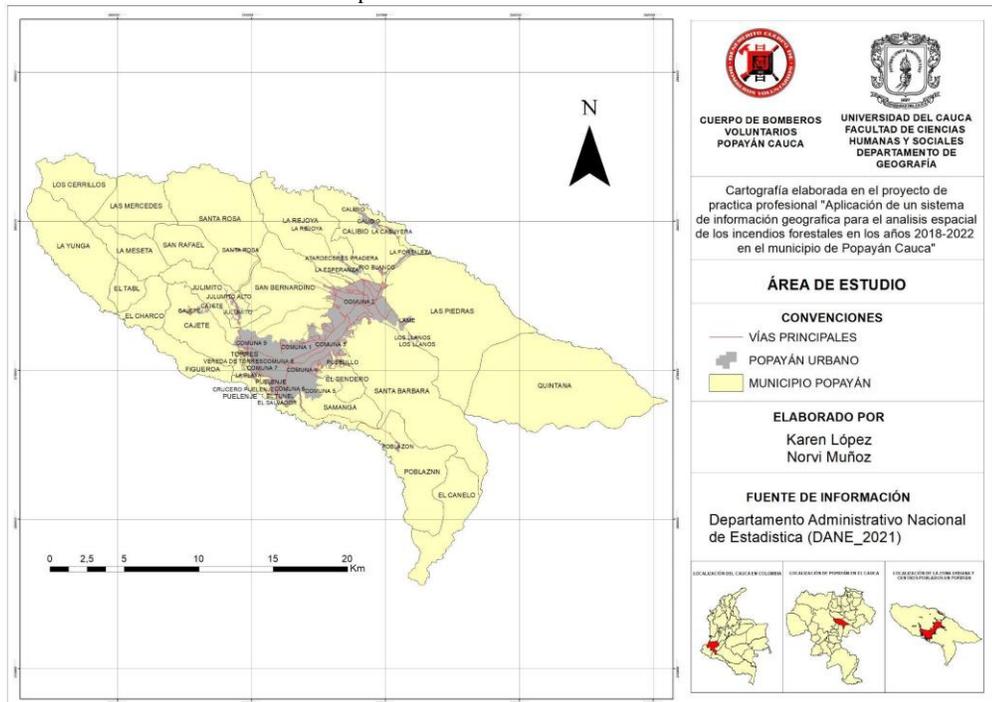
La ejecución del presente proyecto en modalidad de Práctica Profesional se desarrolló en colaboración con el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Popayán Cauca; tuvo como objetivo principal actualizar la información espacial de los incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca durante los años 2018 a 2022 mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica. Lo anterior permitió realizar un análisis espacial de los incendios forestales mediante información actualizada de los eventos y una estructura de base de datos espacial que facilitó la identificación de las zonas más susceptibles a ocurrencia de incendios forestales con el fin de apoyar a la institución en su propósito de construcción del área de administración de información alfanumérica y espacial empleando herramientas tecnológicas de los Sistemas de Información Geográfica.

# 1. Contextualización del Trabajo

## 1.1. Área de Estudio

El área de estudio se ubica específicamente en la ciudad de Popayán dentro de la zona centro del departamento del Cauca, geográficamente se localiza en el Valle de Pubenza entre las cordilleras occidental y central al suroccidente de Colombia; limita al oriente con los municipios de Totoró, Puracé y el departamento del Huila; al occidente con los municipios de El Tambo y Timbío; al norte con Cajibío y Totoró y al sur con los municipios de Sotará y Puracé. La ciudad de Popayán está subdividida en 9 comunas, 295 barrios, 23 corregimientos, 79 veredas y 19 centros poblados; las principales fuentes hídricas que la abastecen son: los ríos Blanco, Ejido, Molino, Las Piedras, Cauca, Negro, Mota, Pisojé, Clarete, Saté y Hondo; (Alcaldía Municipal de Popayán 2020, como se citó en Pabón Hortua & Garzón Muñoz, 2021). Ver mapa N°1.

Mapa N°1: Área de estudio



Elaborado por: Grupo de trabajo

## 1.2. Planteamiento del Problema

El objetivo principal de los bomberos voluntarios es ofrecer seguridad integral a los habitantes mediante acciones efectivas a la hora de brindar ayuda en situaciones de amenaza o emergencia, de acuerdo con lo anterior, el municipio de Popayán en el departamento del Cauca, se enfrenta a diferentes amenazas de origen antrópico y natural como los incendios (forestales y estructurales), accidentes tecnológicos y viales, las inundaciones, fenómenos de remoción en masa, sismos entre otros; por lo tanto, el cuerpo de Bomberos de Popayán debe ser eficaz, eficiente y oportuno a la hora de prevenir, controlar y atender incendios y otras situaciones que requieran de su intervención. Por tal motivo, la unidad de bomberos ha manifestado la necesidad de tener una base de datos actualizada con los incendios forestales que se han presentado tomando como referencia el periodo de tiempo comprendido entre 2018 a 2022, ya que no cuentan con dicho recurso y a su vez tener un análisis actualizado del patrón de distribución espacial de los eventos; todo esto, con el fin de llevar a cabo el diseño para la estructuración de información, representación, almacenamiento y estandarización de datos espaciales que permita aumentar la eficiencia y eficacia en la toma de decisiones relacionadas con territorio y en el análisis del riesgo de desastres dentro del marco de la implementación de un Sistema de Información Geográfica en esta institución. Según estas necesidades, se planteó la siguiente pregunta que orienta el problema: ¿Cómo actualizar la información sobre la ocurrencia de incendios forestales y estructurar en una base de datos para elaborar un análisis espacial sobre el patrón de distribución de los eventos en la unidad del cuerpo de bomberos de Popayán?

### **1.3. Justificación**

Los incendios forestales y estructurales presentados en la zona de estudio influyen de manera negativa en la población y su entorno, causando pérdidas de vidas humanas y animales, viviendas, negocios y suelos fértiles; de igual manera, afectan las fuentes hídricas, la cubierta forestal, aumento de erosión, desertificación, etc. Por tal motivo, dentro de la geografía se llevan a cabo los respectivos análisis espaciales sobre incendios que se hayan presentado dentro del área estudiada, siendo muy importantes las herramientas tecnológicas, en este caso el uso de los SIG, que van a permitir un acercamiento a la realidad espacial donde se realizó una zonificación de los lugares vulnerables en los que se ha presentado el mayor número de emergencias que han afectado a la población y llevado a desastres ambientales, es por esto que se hace necesario el uso de sistemas de información geográfica para el manejo de la atención y registro de emergencias generando un impacto positivo en la Gestión del Riesgo del municipio, de igual manera, se observó la importancia de apoyar la construcción de una base de datos donde se actualicen periódicamente los eventos y se suba cada registro de actividades contribuyendo así, en la adecuación de una futura oficina SIG en el cuerpo de bomberos que posibilite capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de manera lógica y coordinada de datos en cuanto a incendios forestales y otras emergencias; de acuerdo con lo anterior se puede deducir que al no actualizar la información, no se contará con los datos para hacer un análisis de la distribución de los eventos de incendios forestales durante los años 2018-2022, de igual manera, no se podría agrupar y almacenar todos los datos obtenidos durante el desarrollo del proyecto en un único lugar, además, no habría una organización de la información que permita elaborar un análisis donde se identifiquen las zonas de vulnerabilidad y mayor flujo de incidentes así como también, los posibles cambios que se hayan presentado dentro de un determinado periodo de tiempo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Actualizar la información espacial de los incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca durante los últimos años mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Actualizar la información existente sobre los eventos relacionados con incendios forestales ocurridos en los años 2018 a 2022.

Elaborar una estructura de base de datos espacial que permita actualizar la información y realizar consultas con el fin de apoyar la implementación de una oficina SIG.

Realizar un análisis espacial de los eventos recopilados que permita identificar las zonas más susceptibles a ocurrencia de incendios forestales, empleando la información existente suministrada por el cuerpo de bomberos voluntarios de Popayán Cauca.

## 2. Marco Teórico del Proyecto

Desde la dimensión espacial de los incendios forestales, la Geografía se centra en el análisis de aquellas variables que tienen una clara dimensión territorial, o bien entre la interdisciplinariedad entre las diferentes variables espaciales en un territorio concreto. Al ver esa gran atracción que la disciplina tiene por un enfoque ambiental, lleva consigo el análisis de los distintos procesos que modifican la conformación actual del paisaje como el patrón de distribución espacial de las especies vegetales, los ciclos hídricos y la erosión del suelo (Chuvieco, Martín, Martínez, & Salas, 1998).

De acuerdo con la importancia ambiental de los incendios forestales, es lógico que la Geografía se ocupe de su estudio y de todos los factores que se asocian dentro de un escenario de riesgo y algunas de las consecuencias de los incendios. La periodicidad y la potencia con la que suceden los incendios van determinados por variables como: el tipo y estado del manto vegetal, las condiciones climáticas y el relieve del terreno, además, la actividad antrópica constituye, igualmente, un importante factor de riesgo; lógicamente, estos factores de riesgo no se dan de modo aislado en el espacio, sino que se integran de forma compleja para acentuar las situaciones de riesgo (Chuvieco, Martín, Martínez, & Salas, 1998). Por lo tanto, desde una perspectiva más específica, se tienen en cuenta los siguientes referentes teóricos encontrados a nivel internacional, nacional y local donde, se hace uso de herramientas geográficas para afrontar situaciones referentes a la geoprevención, a la atención de emergencias y desastres, al análisis de la Cobertura de Atención de las Estaciones de Bomberos.

Desde las investigaciones realizadas a nivel internacional, se encuentra un trabajo de grado de la Universidad de Cantabria, Santander-España llamado: El uso de los Sistemas de Información Geográfica para la geoprevención en el Servicio de Bomberos del Ayuntamiento de Santander;

donde “en los estudios geográficos aplicados se necesita el manejo de información geográfica a partir de bases de datos, que posteriormente puedan ser integradas con Sistemas de Información Geográfica (SIG), que están diseñados para trabajar con información georreferenciada a una unidad de análisis espacial (entidad) a través de sus coordenadas, por lo que tienen la capacidad de representar en un mapa las variables que están contenidas en esas bases de datos, una vez analizada la información mediante un conjunto de operaciones y de funciones definidas previamente. La tecnología de sistemas constituye operaciones de bases de datos, como son las consultas y análisis estadístico, con la visualización y el análisis espacial que ofrecen los mapas. Estas características los distinguen de otros sistemas de información ya que se pueden explicar eventos e idear estrategias espacialmente. Los SIG pueden representar cartográficamente cualquier información almacenada en bases de datos que tengan un componente espacial, lo que permite observar patrones, relaciones y tendencias que no pueden apreciarse en un formato de lista; además, proporcionan una perspectiva totalmente nueva de la información y ayudan a la toma de decisiones relacionadas con el espacio y el territorio” (García (2016, pág,8).

Por otro lado, cabe resaltar un trabajo de grado a nivel nacional desarrollado en la ciudad de Pasto-Nariño, denominado: Diseño y aplicación de un SIG para el monitoreo de incidentes y emergencias, registrados por la DPAED (Dirección para la Prevención y Atención Emergencias y Desastres) en la ciudad de San Juan de Pasto 2004-julio 2011. Este se refiere a “diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica que contenga un registro detallado de información cartográfica y alfanumérica representada en las diferentes viviendas, predios, barrios, calles, entre otros, lugares donde se ha presentado una emergencia o exista un riesgo potencial ante la ocurrencia de un incidente que pueda afectar a la comunidad, con esto se obtiene una metodología que consistió en tomar las bases de datos suministradas por la entidad de Prevención

y Atención de Emergencias y Desastres (reportes, cuestionarios, informes, encuestas), la cual se estructuró en el Sistema de Información Geográfica por medio de reconocimiento del área de trabajo (área urbana de San Juan de Pasto), además de recopilación de información secundaria y primaria, elaboración de modelos entidad-relación, modelo lógico y objetos, es así como se hace la recolección de bases de datos de reportes de incidentes, informes de inspección y atención de emergencias, una vez obtenidos estos archivos se realizó la recolección de la información por medio de la técnica del fichaje, se georreferencia la información y se recopila archivos cartográficos, también se estandarizó toda la información para poder realizar los análisis necesarios” (Arteaga & Calpa, 2013).

En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se llevó a cabo una investigación denominada Análisis Espacial de la Cobertura de Atención de las Estaciones de Bomberos en la Ciudad de Bogotá, Colombia, usando herramientas SIG; “en la que se buscó analizar espacialmente la ubicación y cobertura de atención de las estaciones de bomberos de la ciudad de Bogotá, teniendo como base la georreferenciación de las estaciones actuales y los incidentes presentados en la zona urbana de la ciudad durante el año 2018, a partir de la generación de capas de información geográfica, análisis espacial de las coberturas creadas y de los tiempos de respuesta del cuerpo oficial de bomberos a cada emergencia y de esta manera evaluar los tiempos máximos de respuesta, validando así la distribución de las estaciones y facilitando la toma de decisiones informadas por parte de los responsables de mejorar el servicio de dicha entidad, con la consecuente mejora en la atención oportuna de las emergencias a los habitantes de la ciudad” (Ovalle 2019, como se citó en Pabón Hortua & Garzón Muñoz, 2021, pág,23).

Por último, hay que mencionar, un proyecto realizado a nivel local como trabajo de grado denominado Análisis espacial de los incendios forestales, a través de la implementación de un sistema de información geográfica en el municipio de Popayán; “este estudio tuvo como finalidad establecer las zonas que se encuentran más expuestas a incendios forestales, e identificar las zonas donde se ha presentado el evento con mayor frecuencia e intensidad, teniendo como objetivo principal analizar espacialmente los incendios forestales en el municipio de Popayán, por medio de la implementación de un sistema de información geográfica, donde se logró hacer los respectivos análisis de las condiciones Ambientales del Municipio de Popayán, que permitieron establecer las características bióticas y abióticas que hacen propenso al municipio a sufrir un incendio forestal, de igual manera se realizó un Análisis espaciotemporal de los incendios Forestales en el Municipio, para ubicar las zonas que han sido afectadas por este evento y establecer su reincidencia en el tiempo, finalmente se hizo un análisis de las zonas vulnerables a Incendios Forestales en el Municipio de Popayán” (González & Caicedo, 2012, pág.15).

## **2.1 Marco Conceptual**

Es importante tener presentes algunos conceptos centrales que se van a tratar en el estudio de práctica profesional, entre los cuales se enmarcan los principales que se verán plasmados a continuación:

**Amenaza por incendio:** es un fuego incontrolado que causa efectos indeseables y que a su paso destruye no solo la vegetación superficial, sino también la fauna, produciendo lesiones personales, daños y pérdidas en la propiedad y sus bienes, la infraestructura, las fuentes de sustento, la prestación de servicios y los ecosistemas (BECERRA, 2019).

**Incendio forestal:** refiere al fuego que se expande rápidamente sin control alguno sobre la cobertura vegetal e infraestructura rural o urbana, poniendo en riesgo la vida de personas, animales,

bienes y medio ambiente, por lo que, los incendios forestales hacen parte del motivo más importante de la destrucción de bosques, pero no solo es pérdida de árboles y matorrales, sino también de vidas, casas, fuentes de empleo, fertilidad de los suelos, entre otros (EMERGENCIAS, 2022).

**Sistemas de información geográfica:** es la unión entre software y hardware que en conjunto hacen posible que los usuarios puedan capturar, almacenar, manipular y graficar información de objetos específicos, cuyo objetivo es ejecutar tareas para dar soluciones a diferentes problemáticas. Los SIG se han ido desarrollando de forma rápida creando un entorno de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos, cuya información utilizada puede ser almacenada en diferentes softwares encargados del procesamiento de los mismos; estos datos pueden ser representados por medio de puntos, líneas y polígonos que, individualmente o en conjunto generan una representación de la realidad (Ramírez, 2017).

**Hardware:** “Este componente representa el soporte físico del SIG. Está conformado por las computadoras donde se realizan las diversas tareas de administración y operación del sistema, por los servidores donde se almacenan los datos y se desarrollan ciertos procesos, y todos los componentes de la red informática” (Vanegas, 2016, pág. 17).

**Software:** “Los softwares SIG corren en una amplia variedad de tipos de computadoras, desde equipos centralizados hasta configuraciones individuales o de red. Una institución u organización requieren de hardware suficientemente aptos para cumplir con las necesidades de aplicación. Los componentes son la CPU y dispositivos; la CPU está compuesta por el procesador, la tarjeta madre, la memoria RAM y el sistema de comunicación entre los elementos” (Vanegas, 2016, pág,17).

**Análisis espacial:** incorpora una serie de herramientas desde una perspectiva geográfica que logran solucionar problemas complejos relacionados con la ubicación, exploración y comprensión de sus datos, para determinar relaciones, detectar y cuantificar modelos, evaluar tendencias, realizar pronósticos y tomar decisiones; va más allá de una representación cartográfica lo que le permite estudiar y analizar la estructura de los lugares y las relaciones entre sí, de igual manera aporta nuevos criterios a su toma de decisiones. A través del análisis espacial, es factible combinar información de muchas fuentes y adquirir información reciente aplicando una serie de operadores espaciales, este conjunto de herramientas le permite responder a preguntas espaciales complejas. Por otro lado se tiene el análisis estadístico con el cual se puede determinar si los patrones que se ven son relevantes, también es posible analizar varias capas para calcular la adecuación y viabilidad de un lugar para una actividad en particular, a partir del análisis de imágenes puede detectar cambios a lo largo del tiempo, siendo estas herramientas con las cuales es posible abordar cuestiones y tomar decisiones importantes que están más allá del alcance de un simple análisis visual (Pro, s.f.).

**Cartografía temática:** la cartografía temática es el lenguaje gráfico que transmite información geográfica a través del mapa utilizando símbolos que explican ciertos aspectos o temas en específico identificados sobre la superficie de la tierra (Davila,2012).

**Modelo de datos tipo vector:** “Son aquellos Sistemas de Información Geográfica (SIG), que utilizan vectores definidos por pares de coordenadas con respecto a algún sistema cartográfico para describir objetos geográficos” (Vanegas, 2016, pág.19).

**Modelo de datos tipo ráster:** “A diferencia del modelo de datos de tipo vector, en el que la unidad de almacenamiento es el punto, la línea o el polígono, el área de estudio en el modelo de

datos ráster es subdividida en cuadrículas regulares (celdas) para representar la parte más pequeña de la superficie terrestre” (Vanegas, 2016, pág,19).

**Geografía del riesgo de desastre:** se inclina en la profundización de los conocimientos acerca de la percepción individual y colectiva del riesgo, añadiendo el estudio de las características culturales de desarrollo: (su historia, educación, economía, y política), y de la organización espacial de la población, que favorecen o dificultan la prevención y mitigación de aspectos necesarios en la búsqueda y aplicación de medios efectivos, que logren disminuir el impacto de los desastres. Es un campo de la Geografía relativamente nuevo que comprende procesos de producción social del espacio de forma integral, lo cual corrobora los análisis parciales o sectoriales que se venían efectuando tradicionalmente en la geografía, esta también se apoya en conceptos que trascienden en el marco específico de la disciplina, para integrar los aportes sobre desastres que vienen dando otras ciencias, por lo cual se sigue avanzando en la compleja realidad de la amenaza, la vulnerabilidad, el riesgo y la situación de desastre (BECERRA, ORTIZ, 2006).

**Gestión del riesgo:** es el proceso mediante el cual se analizan y se identifican las posibles pérdidas o causas secundarias frente a un evento de desastre, con el fin de emprender acciones para evitar, prevenir o reducir el riesgo y de esta forma poder hacer la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, instrumentos, medidas y acciones para enfrentar el riesgo y manejo de los desastres, cuyo objetivo es la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el medio que los rodea (Ramírez, 2017).

**Geodatabase:** “es una estructura de datos nativa de ArcGIS y es el formato de datos primario para llevar a cabo la edición y administración de datos. Aunque ArcGIS trabaja información geoespacial en una gran cantidad de formatos de archivos de sistema de información

geográfica (SIG), fue creado para trabajar con los recursos de la geodatabase y aprovecharlos”  
(Pro, s.f.).

### **3. Metodología**

Para el desarrollo de la presente práctica profesional se llevaron a cabo 3 etapas de trabajo; la primera etapa, comprende específicamente la recolección de la información de todos los eventos de incendios forestales sucedidos durante los años 2018 a 2022 y registrados por el cuerpo de bomberos voluntarios de Popayán y sus respectivas características; luego, se construyó una base de datos en archivo Excel donde se estructuró toda la información que suministró la institución; de esta manera, se logró identificar las zonas con mayor vulnerabilidad a ocurrencia de incendios forestales y sus características, de la misma manera, los años donde hubo mayor frecuencia de estos eventos. Posteriormente con la información recolectada y organizada se elaboró un diagnóstico inicial donde se mostró la situación durante los 4 años.

En la segunda etapa, se llevó a cabo la creación de una base de datos espacial personal en el programa ArcGis-ArcCatalog 10.x para poder almacenar los archivos SHP y RASTER generados durante el desarrollo de la práctica. Por otro lado, se hizo una descripción de cada uno de los shapefile con los que se llevó a cabo la cartografía temática durante la practica; en ellas se describen cada uno de los campos que se utilizaron. Se elaboró también, una guía tipo manual detallada y fácil de seguir donde se explicó el paso a paso sobre el manejo del software ArcGIS 10.x de la institución, éste le permitirá al Cuerpo de Bomberos Voluntarios acceder fácilmente al programa, actualizar información, realizar consultas y análisis geoespaciales en la base de datos espacial.

Finalmente, en la etapa 3 se llevó a cabo la cartografía temática con información descargada de diferentes geoportales como GOOGLE EARTH PRO, DANE, IGAC, IDEAM, METEOBLUE, USGS (science for a changing world), EARTHDATA. Se elaboró cartografía con

temáticas de zonas principales de incendios forestales, recurrencia de incendios forestales por zona, densidad de Kernel, cobertura vegetal, uso de suelos, zonificación para la atención de incendios forestales y demás emergencias por estación bomberil, población afectada por incendios forestales, rosa de los vientos y relieve.

Metodológicamente esta práctica profesional se desarrolló en 3 etapas, a continuación, se muestran:

### **3.1. Etapa 1**

Se recolectaron datos de incendios forestales ocurridos en el período comprendido entre 2018 y 2022. Estos datos incluyen información propia de la institución, como documentos Excel y acceso al archivo histórico de reporte de incidentes y así, obtener una información más completa y detallada, este último contiene: **tipos de incendios** (estructural, vehicular, forestal, quemas prohibidas y explosiones), **emergencias** (avalancha, caída de árbol, colapso, creciente súbita, desabastecimiento de agua, deslizamiento, desbordamiento, falla eléctrica, granizada, inundación, sismo, tormenta eléctrica, vendaval, falsa alarma, otros), **búsqueda y rescate** (persona, animal y cuerpo), **MATPEL** (incidente, fuga de gas y derrame de hidrocarburo), **otros eventos** (act. de prevención, acomp eventos masivos, inspecciones de seguridad a edificaciones, capacitaciones, monitoreo de fuentes hídricas, servicios especiales a la comunidad y simulacros), **APH** (accidente de tránsito, atención prehospitalaria y traslado de paciente). De acuerdo con la propuesta presentada, el tema de interés fueron los incendios forestales. Con lo anterior, se revisaron todos los reportes de incidente referentes al tema mes por mes comenzando con el año 2018 hasta 2022. Los datos recolectados se organizaron en un formato estructurado y accesible. Se creó una base de datos o un sistema de archivos que permitieron clasificar y almacenar la información de manera ordenada. Se describieron además, categorías relevantes como: altitud (msnm), coordenadas, zona,

fecha y hora del incendio, dirección, tipo de incendio, municipio, departamento, propietario o persona que reportó el evento, teléfono, hora (reporte, salida, arribo, llegada), máquina, maquinista, guardia, unidades de respuesta inmediata, comandante de incidente y tipo de cobertura vegetal afectada, seguido de esto se llevó a cabo un análisis de los datos recolectados para identificar las zonas donde ocurrieron las emergencias por incendio forestal; una vez obtenida esta información se procede a determinar los lugares con mayor recurrencia de eventos en el municipio durante los 5 años correspondientes. Finalmente, con acompañamiento de la institución, se llevó a cabo una corroboración de información en una salida de campo. Durante esta salida, se obtuvo a través de un sistema de posicionamiento global (GPS) la toma de puntos georreferenciados de las áreas mayormente afectadas por los incendios forestales. Estos puntos se registraron en coordenadas geográficas y se asociaron con información relevante, como fotografías y descripciones del terreno. Con base en la información obtenida se elaboró un diagnóstico inicial de los incendios forestales durante el período estudiado con información general del municipio centrada en aspectos clave que permitieron evaluar la situación y de esta manera lograr un panorama preciso y completo del municipio de Popayán Cauca; en primera instancia se tiene una introducción, luego, las generalidades ambientales, para esto fue necesario consultar fuentes de información de las estaciones meteorológicas locales e informes climáticos históricos con registros de precipitaciones y temperaturas promedio anuales; en cuanto a relieve se recopiló información sobre altitud y las principales características para la zona, también se investigó sobre cobertura vegetal, recursos naturales, recursos hídricos y clima, lo que implicó analizar datos gubernamentales que se hicieron con anterioridad para Popayán y se destacaron las principales cuencas que lo abastecen; seguido de esto, se trabajaron gráficos de barras para mostrar precipitación y temperatura, total de incendios durante los 5 años especificando el 2019; se incluyó

también, las zonas de mayor ocurrencia de incendios y por último, los principales factores que se afectan después de un incendio haciendo contraste con los hallazgos en los puntos trabajados.

### **3.2. Etapa 2**

En primer lugar se realizó una estructura de datos con los que se pudo crear una base de datos espacial en el programa ArcGis-ArcCatalog10.x de la institución del cuerpo de bomberos, la cual permitió el manejo y almacenamiento eficiente de la información recolectada durante el desarrollo de la práctica profesional relacionada con Incendios forestales durante el periodo de tiempo 2018-2022, se crearon varias carpetas en las que organizó adecuadamente cada archivo (shapefile, raster), con la flexibilidad de incorporar y actualizar nuevos datos en el futuro, para esto se llevó a cabo un análisis minucioso para determinar qué datos se deben incluir en la base de datos espaciales y cómo deben organizarse para satisfacer los objetivos del proyecto. Por otro lado, se elaboraron una serie de tablas tomando como referencia la estructura del modelo de datos de la ANLA, en las que se realizó la descripción de cada uno de los shapefile que van contenidos en la geodatabase; las descripciones muestran los campos más importantes que contiene cada SHP y sus características con los que se trabajó para la ejecución del proyecto. Por último, se realizó una guía tipo manual detallada y fácil de seguir donde se explicó el paso a paso sobre capturas de pantallas utilizando el software ArcGIS 10.x de la institución del cuerpo bomberos; con este, el personal del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Popayán que sea delegado para este proceso tendrá la oportunidad de acceder fácilmente al programa y actualizar información en la base de datos espacial, permitiéndoles así mismo registrar y georreferenciar la información de emergencias atendidas; la guía fue puesta a disposición del personal de la institución en formato impreso y digital, con previo conocimiento de que se hizo prácticas en conjunto con el personal y manual en mano, de esta manera, se verificó la accesibilidad y comprensión del documento. La base de datos

espaciales queda integrada con ArcGIS 10.x, permitiendo a los usuarios realizar consultas y análisis geospaciales que respaldan la implementación de la futura Oficina SIG.

### **3.3. Etapa 3**

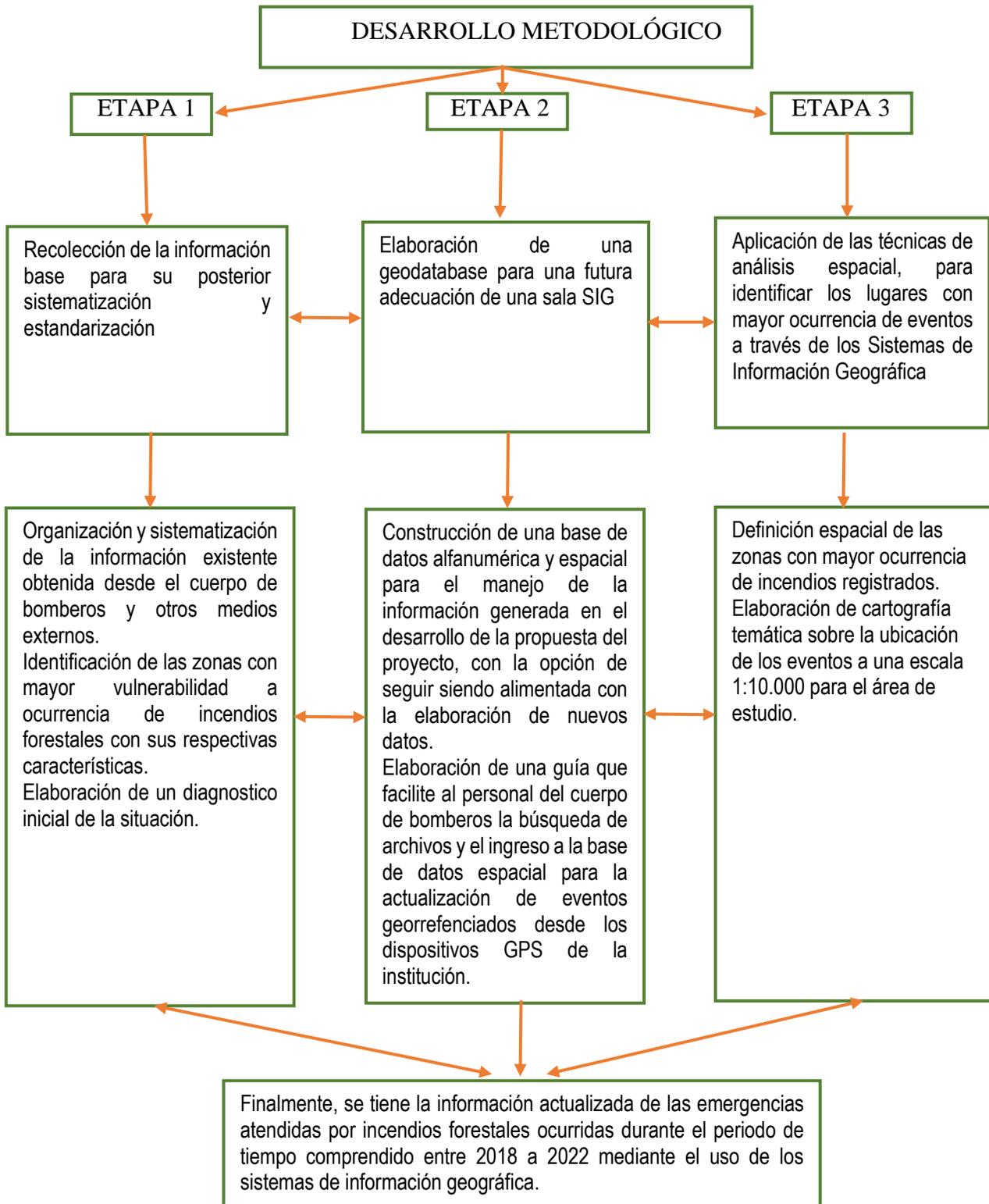
Para el desarrollo de esta etapa, se incluyó la información sobre la ubicación precisa de las 12 zonas anteriormente mencionadas. La georreferenciación de estas zonas se hizo con equipos garmin GPSMAP 65s los cuales fueron configurados partiendo del nuevo lineamiento del sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia, denominado origen nacional, establecido por el IGAC a partir de 2020; se descargó la información al computador mediante un cable de datos y el uso de la aplicación DNRGPS obteniendo una tabla con datos de cada punto del área de estudio y exportando a su vez en formato de archivo shapefile, de esta manera poder visualizar la información en la ventana del software SIG Posteriormente para completar la información de las 12 zonas principales se llevó a cabo una georreferenciación utilizando Google Earth Pro donde se identificaron algunos puntos de incendios forestales dentro del área de influencia de cada zona; este proceso permitió hacer una verificación coherente entre la fecha del evento registrada en el archivo de bomberos, la base de datos elaborada en esta práctica y las imágenes satelitales Landsat suministradas por la plataforma de Google Earth Pro.

Por otra parte, se descargó información de diferentes plataformas como EARTHDATA, METEOBLUE, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) a escala 1:100.000. Con los datos obtenidos de cada plataforma, se realizó la cartografía base de la zona urbana, centros poblados y del municipio; se utilizaron imágenes satelitales (GOOGLE EARTH PRO y USGS (science for a changing world)), mapas base, límites

administrativos, coberturas de vegetación y uso de suelo, poblacionales, meteorológicos, entre otros.

### 3.4. Diagrama de Flujo del Trabajo

Grafico N°1: Diagrama de flujo



Elaboración: Grupo de trabajo

#### 4. Estructuración, Clasificación y Análisis de la Información

Como se describe en el apartado metodológico se llevó a cabo la recolección de la información base para su posterior estructuración y sistematización, se creó una base de datos en formato Excel para la organización de la misma y en base a los datos obtenidos se desarrolló un diagnóstico inicial de la situación.

A continuación, se presenta la información recolectada en el archivo del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Popayán Cauca, trabajo de campo y medios externos.

##### 4.1 Organización y Sistematización de la Información

En el archivo del cuerpo de Bomberos Voluntarios de Popayán se encuentran todos los registros históricos de todas las emergencias atendidas; en estos registros, tratan de describir cada uno de los eventos especificando pérdidas y daños al ecosistema, al equipamiento, como también, afectaciones a la salud del personal. Con la información recolectada, se creó una hoja de cálculo donde se organizan los datos de todos los eventos sucedidos durante este periodo de tiempo que incluye: registro general de incendios forestales 2018-2022, recurrencia de incendios forestales por año, caracterización de incendios forestales por zona.

De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron 619 eventos en total en donde se evidenciaron los lugares con mayor ocurrencia de incendios forestales, (ver tabla N°1)

Tabla 1. Total, incendios forestales por año

N° de incendios forestales por año	
2018	105
2019	370
2020	89
2021	26
2022	29
<b>TOTAL</b>	<b>619</b>

Fuente: Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca-Elaborado por: Grupo de trabajo

De acuerdo con los registros históricos de incendios forestales ocurridos en el municipio de Popayán, el año con mayor número de ocurrencia de eventos es el 2019 con un total de 370 incendios, seguido por el año 2018 con 105 emergencias. Los años 2020, 2022 y 2021 con 89, 26 y 29 respectivamente.

#### **4.2. Identificación de las Zonas más Vulnerables a Presentar un Evento de Incendio**

##### **Forestal**

Como primera medida se refirieron las zonas donde se presentaron incendios forestales entre los años 2018 a 2022. Algunas de las zonas se refirieron una vez, ya que, tenían más de un evento, a continuación, se muestra:

*Tabla 2. Zonas de ocurrencia de incendios forestales 2018-2022*

<b>ZONAS DE INCENDIOS FORESTALES 2018-20122</b>	
<b>ID</b>	<b>ZONA</b>
1	Morinda
2	Calibo
3	Clarete
4	Parcelación Las Vegas
5	El Aljibe
6	Vía a Totoró
7	Parque Industrial
8	Río Blanco
9	Los Dos Brazos
10	Figueroa
11	La Calera
12	El Tablazo
13	Cajete

14	Parcelación San Francisco
15	Variante Norte
16	El Cabuyo
17	Las Guacas
18	Pomona
19	Pueblillo
20	La Tetilla
21	Túnel Alto
22	Pisojé
23	Vía al Huila
24	Puelenje
25	Vía a Timbío
26	Vereda de Torres
27	Las Chozas
28	Colina Campestre
29	Quintana
30	La Cabuyera
31	El Hogar
32	El Tablón
33	Ciudad Verde
34	La Meseta
35	Los Tendidos
36	Vía al Tambo
37	Julumito
38	La Rejoya
39	Santana

40	Claridad
41	La Torre
42	Tres Cruces
43	Variante Sur
44	Valle del Ortigal
45	Samanga
46	El Charco
47	Lame
48	La Fortaleza
49	Santa Rosa
50	La Playa
51	Río Las Piedras
52	Gualimbo
53	Los Cerrillos
54	El Sendero
55	Poblazón
56	Real Palacé
57	La Mota
58	Loma de cometas
59	Loma de Yambitara
60	Lácteos
61	San Bernardino
62	Zona Urbana

*Fuente: Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca--Elaborado por: Grupo de trabajo*

Posteriormente, se procede a alimentar hoja de cálculo clasificando las zonas con mayor recurrencia de incendios forestales, como se muestra en la siguiente tabla:

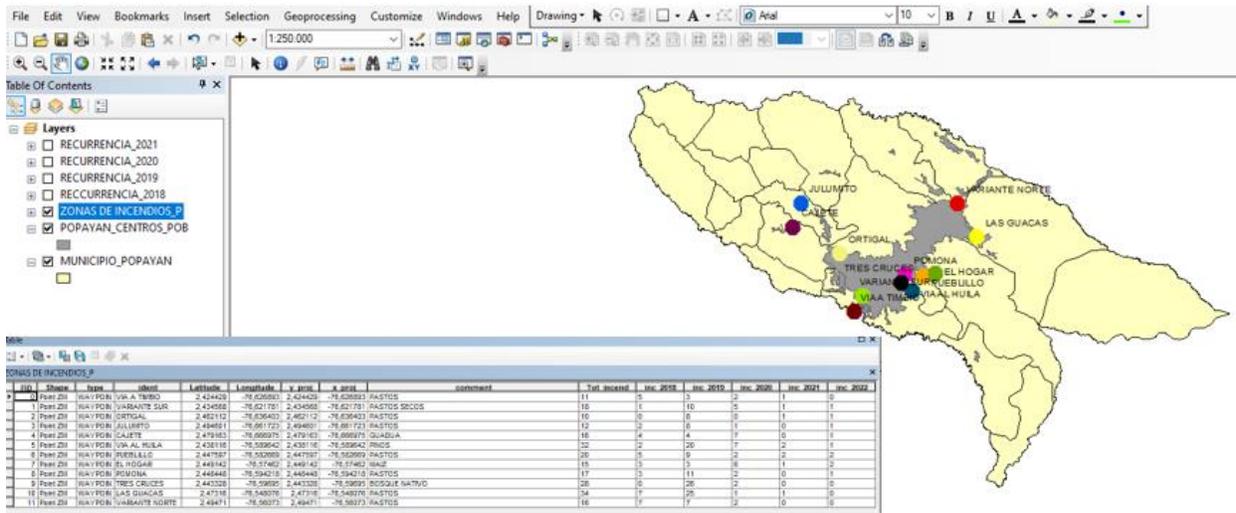
Tabla 3. Recurrencia de incendios forestales por año

RECURRENCIA INCENDIOS FORESTALES POR AÑO						
AÑO 2018	AÑO 2019	AÑO 2020	AÑO 2021	AÑO 2022	DIRECCIÓN	TOTAL
0	8	0	1	1	Ortigal	10
5	3	2	1	0	Vía Timbio	11
2	8	1	0	1	Julumito	12
3	3	6	1	2	Vereda el Hogar	15
4	4	7	0	1	Vereda Cajete	16
7	7	2	0	0	Variante Norte	16
3	11	2	0	1	Pomona	17
1	10	5	1	1	Variante Sur	18
5	9	2	2	2	Pueblillo	20
0	26	2	0	0	Tres Cruces	28
2	20	7	2	1	Vía al Huila	32
7	25	1	1	0	Las Guacas	34
<b>TOTAL</b>						<b>227</b>

Fuente: Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca, 2023-Elaborado por: Grupo de trabajo

Se tomaron 12 zonas que presentaban altos índices de recurrencia de eventos para un total de 227 dentro de los 12 puntos clasificándolos a partir de 10 hasta 34 recurrencias. Los lugares más afectados por la recurrencia de emergencias por incendios forestales fueron Las Guacas (34), vía al Huila (32) y el Cerro de las 3 Cruces (28), los restantes tienen una recurrencia menor o igual a 20 incendios por zona; una vez obtenidos los lugares, se llevó a cabo la búsqueda de la caracterización de cada uno de los eventos que ocurrieron en cada una de las zonas anteriormente clasificadas. Con la ayuda de bomberos Popayán se programó una salida de campo con el fin de visitar cada uno de los sitios de referencia para tomar los puntos utilizando un dispositivo GPS GARMIN facilitado por la institución los cuales se configuraron de acuerdo con los parámetros de posición del IGAC 2020, posteriormente se definió su especialización. (ver imagen N°1)

Imagen 1. Zonas principales de ocurrencia de incendios forestales 2018-2022



Elaboración: Grupo de trabajo

### **4.3. Diagnóstico Inicial**

Los ecosistemas forestales son importantes para la conservación y el mantenimiento de la vida dentro del planeta tierra. Cumplen una serie de funciones que ayudan a preservar la biodiversidad de nuestro entorno; una de ellas, es su contribución a mantener el equilibrio y la regulación climática. A continuación, se desarrolla el diagnóstico inicial de la situación sobre los impactos que los incendios forestales han generado en el medio natural del área estudiada:

#### ***4.3.1. Impacto de los Incendios Forestales en Popayán Cauca 2018-2022***

A nivel mundial los incendios forestales siempre han estado presentes. Con el uso de los sistemas de información geográfica, las instituciones gubernamentales, las personas y de más entes de autoridad, están más cerca del territorio y de todo los fenómenos que ocurren dentro de este; uno de estos fenómenos es el cambio climático que a nivel mundo, afectan la calidad del aire, los ecosistemas y la salud de las personas; una de las variables a tener en cuenta son los incendios forestales, ya que, al presentarse entornos ambientales con condiciones cálidas y secas llevan a grandes incendios forestales, los cuales aumentan con el cambio climático haciendo que los bosques sean más susceptibles a quemarse y cada vez con más frecuencia y con consecuencias graves. Según la plataforma TWENERGY (2016), en Colombia, las causas que producen un incendio se remiten a las acciones del ser humano, incendiarios o por descuido de viajeros y transeúntes. El municipio de Popayán Cauca cuenta con gran diversidad de flora en todo su territorio, que en ciertas épocas del año son más susceptibles a la sequía lo que da mayor vulnerabilidad a las coberturas vegetales boscosas a presentar un incendio forestal. Debido al cambio climático, las temporadas con mayor aumento de las temperaturas han presentado variaciones, pues, como es de esperarse para Popayán los meses de junio, julio, agosto y

septiembre ya no son los meses con más ocurrencias de incendios forestales, puesto que, en la actualidad, en cualquier temporada del año se pueden presentar olas de calor y por ende mayor recurrencia de incendios forestales. Según los reportes que se archivan en bomberos del municipio durante el periodo comprendido entre el 2018 a 2022, las acciones antrópicas como las quemas prohibidas, las quemas intencionales y las rozas para sembrar o para limpieza de lotes son las principales causas para desencadenar un incendio forestal pues, son prácticas que se salen de control ya sea por la acción del viento, descuido, tipo de combustible (material de envasado, material de fumadores, pastos secos, vegetación densa seca, pendientes, etc.) pueden ocasionar una gran tragedia ambiental.

#### ***4.3.2 Generalidades Ambientales del Municipio de Popayán***

##### **Clima**

El municipio de Popayán se caracteriza por contar con un clima templado-húmedo, dándose principalmente por su ubicación geográfica y relieve pronunciado con alturas bastante elevadas que se encuentran entre los 1.300 y 3.700 msnm, es por esto que de acuerdo a los registros presentados por el IDEAM presenta precipitaciones promedio anual de 2121 mm y ocurren en los meses de octubre, noviembre y diciembre con mayor intensidad, por otro lado se tienen las altas temperaturas que aparecen en los meses de julio, agosto y septiembre paulatinamente, sin embargo en los demás meses del año se presentan alternadamente los días de lluvias e insolación.

##### **Relieve**

Dentro de su territorio presenta un relieve muy pronunciado con variación de alturas que van desde los 1.300 hasta los 3.700 msnm. El altiplano de Popayán conforma el Valle Inter Andino del Alto Cauca, enmarcado entre el costado occidental de la cordillera Central y el costado oriental

de la cordillera Occidental. En esta zona se presentan dos expresiones topográficas: por un lado, las fuertes pendientes en los lados de las cordilleras y una zona suave y ondulada en el Valle Inter Andino con profundos cañones originados por la acción y encajamiento de las principales fuentes hidrográficas (Revisión y Ajuste del POT Popayán 2037, 2021, p. 51-52); este tipo de relieve permite que el municipio cuente con un patrimonio natural de gran valor caracterizado por un sistema hídrico (ríos, humedales y nacimientos); sistema orográfico con estribaciones de la cordillera central (cerros, cerros tutelares, colinas, planicies); sistema vegetal (bosques, cultivos y fauna); riqueza de suelos con potenciales para sus diversos usos como lo es la producción de alimentos y de agua. (Diagnóstico y línea base del municipio de Popayán, p. 25)

### **Cobertura vegetal**

De acuerdo con la revisión y ajuste del POT Popayán 2037 (2021), la estructura de la vegetación del municipio de Popayán se caracteriza de la siguiente manera:

**Cultivos transitorios:** cultivos no mayores a un año, los cuales se necesitan resembrar para continuar con la producción; se encuentran mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; Cultivos permanentes cultivos que perduran por un periodo de tiempo mayor a un año, donde se aprovechan varias cosechas sin necesidad de resembrar; Áreas agrícolas heterogéneas: donde se encuentran 2 o más tipos de coberturas naturales o cultivos. Estos campos agrarios se componen por cultivos permanentes y transitorios asociados a árboles, arbustos y pastos.); Pastos limpios: tierras ocupadas por helechos y vegetación rasante, dedicadas al pastoreo extensivo principalmente de ganado vacuno; Pastos enmalezados o enrastrados se convierte en la vegetación rasante, grama natural, helechos y algunos elementos arbóreos; Pastos arbolados: pastos y árboles distribuidos en forma dispersa, las más frecuentes se encuentran en potreros con pasto kikuyo,

aliso, motilón, guarango, Galvis, chilco, encenillo y roble (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág. 59,60,61-62).

Otras coberturas se componen de Bosque denso: los árboles forman una capa de ramas y hojas en sus copas; Bosque Abierto: se conforma de especies arbóreas, con un estrato de copas (dosel) discontinuo, intervenido por pastos enmalezados y vegetación secundaria; Bosque ripario se agrupa sobre las riberas de las corrientes de agua, entre ellas se encuentran, el cordoncillo, miconias, roble, aliso, cucharo, encenillo, nacedero, palicurea, laurel, lechero; Plantación Forestal: representa cultivos de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de explotación maderera, principalmente eucaliptos y pinos; Arbustal denso: integrado por arbustos de vegetación achaparrada que corresponde al subpáramo, ubicado entre los 2.900 y 3.300 msnm. Ya para terminar, se encuentra 2 categorías, Los herbazales densos bajos de tierra firme no arbolados: con vegetación propia del páramo el frailejón, los pajonales y otras como el mortino, la piñuela de páramo, helechos y también están asociados, los musgos y colchones; por último, las tierras degradadas: contiene ecosistemas con poca capacidad para producir vegetación, cultivos, etc. Puede ser por causas antrópicas o naturales. (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.62,63,64).

### **Recursos forestales**

Según la Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, (2021), Popayán ha liderado procesos de constitución de red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil en la subcuenca Río Molino, río Las Piedras, río Pisojé y zonas de influencia de la subcuenca del río Palacé. En cuanto a las Reservas Naturales de la Subcuenca Río Las Piedras y área de atribución del Río Palacé se caracterizan por tener vegetación protectora, por lo tanto, su conservación se basa en preservar y recuperar los ecosistemas de montaña y el páramo; por su parte, las Reservas Naturales de la

Subcuenca Río Molino cuenta con especies arbóreas silvestres como el aliso, encenillo, guarango y nacedero los cuales son utilizados para la protección de fuentes hídricas y producción de madera, además de las especies arbustivas silvestres como la salvia, mora y laurel para uso medicinal y consumo humano; por último, las Reservas Naturales de la Subcuenca Río Pisoje en su mayoría son utilizadas para cultivos de Café, Arveja, Fríjol de enredo, Fríjol voluble, Maíz, Papa, Pastos, Mora, vegetación medicinal y sazonarías, Hortalizas y Bosque Plantado (pág. 155 a 163).

### **Recursos hídricos**

El municipio de Popayán se encuentra localizado dentro del departamento del Cauca, motivo por el cual cuenta con una gran riqueza hídrica, siendo atravesado varias quebradas y ríos.

De acuerdo con el Plan de ordenamiento territorial Popayán-2037, dentro del municipio se encuentran 20 subcuencas hidrográficas, de las cuales la ciudad de Popayán abastece su acueducto de 6 de ellas para llevar agua potable a la gran mayoría de su población, en total estas son las siguientes:

*Tabla 4. Cuencas hidrográficas del municipio de Popayán*

<b>CUENCAS HIDROGRÁFICAS</b>	<b>ÁREAS (has)</b>
Quebrada Machángara	30.26
Río Las Piedras	6044.51
Quebrada Pubus	667.14
Río Molino	5747.28
Río Pisoje	1786.4
Quebrada La Victoria	465.1
Quebrada El Tablazo	354.9

Quebrada La Mulata	175.0
Río El Charco	1369.89
Cañada Loma Alta	88.17
Quebrada Hornitos	110.67
Quebrada Las Lomas	123.67
Quebrada Sate	3932.48
Quebrada Agua Sucia	459.1
Río Gualimbio	1747.76
Quebrada La Paila	251.93
Río Hondo	4136.51
Quebrada Paso Malo	70.56
Río Cauca	7198.21
Río Palacé	13560.15

*Fuente: Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, (2021)*

## **POMCAS**

Como se mencionó anteriormente el municipio de Popayán cuenta en su totalidad con 20 subcuencas hidrográficas, de las cuales 5 tienen POMCH y una POMCA, a continuación, se menciona a cada una de ellas según lo indica Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, (2021).

### **POMCH Molino**

La subcuenca Río Molino- Qda. Pubús se encuentra localizada al suroccidente de Colombia, en el centro del Departamento del Cauca, hacia el oriente del Municipio de Popayán, su variación altitudinal se encuentra entre los 1680 y 2880 m.s.n.m. Esta subcuenca nace en la vereda Santa Elena y desemboca en el Río Cauca y cuenta con 8 corregimientos, 27 veredas y 7 comunas urbanas (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.168).

### **POMCH Pisojé**

La subcuenca del Río Pisojé está ubicada en el sector nororiental del municipio de Popayán Cauca, sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, su variación altitudinal se encuentra entre los 1770 y 2575 m.s.n.m. El Río Pisojé nace en la quebrada La Cabrera y desemboca en el Río Cauca, limitando al Norte y Oriente con la vertiente de drenaje directo a la cuenca del río Cauca; al Sur y Occidente con la subcuenca del río Molino (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.175).

### **POMCH Piedra**

La cuenca del Río Piedras se encuentra localizada al nororiente de la ciudad en el municipio de Popayán Cauca, de igual manera se ubica sobre el flanco occidental de la cordillera Central, cuenta con una altitud dada entre los 2000 y 3000 m.s.n.m. Según su ubicación geográfica limita al norte con la divisoria de aguas de la cuenca del río Palacé, al sur con la divisoria de aguas del río Vinagre, al oriente con los cerros de Puzná y Cargachiquillo, finalmente al occidente con el río Cauca (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.178).

### **POMCH Río Hondo**

La cuenca del Río Hondo se localiza en el Departamento del Cauca, en la cuenca alta del Río Cauca. El cauce principal presenta una longitud de 60,68 km y desemboca a una altura aproximada de 1.380 msnm. Entre los tributarios importantes se encuentran: El río Robles, que tiene su nacimiento en el Cerro de La Catana a 3.000 msnm, en jurisdicción del municipio de Sotará y desemboca en el Río Hondo (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.184).

## **POMCA de la cuenca alta del Río Cauca**

La cuenca alta del río Cauca, es una de las más importantes del municipio, se localiza en el área hidrográfica Magdalena – Cauca y se encuentra en el departamento del Cauca en los municipios de Popayán, Puracé, Sotará, y una pequeña parte de Totoró (Revisión y ajuste del POT Popayán 2037, 2021, pág.188).

### **Condiciones climáticas**

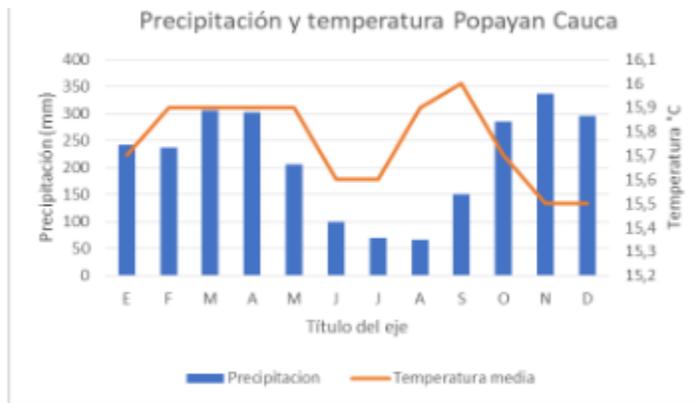
Para hablar del Clima es preciso enmarcar a Popayán en el Paisaje de altiplanicie o como se ha llamado comúnmente como el "Altiplano de Popayán" ubicado entre los 1.200 y 1.800 msnm, con una extensión de 1.565 km<sup>2</sup>, que abarca los sectores de los municipios de Popayán, Cajibío, Piendamó, Morales, Caldon, Silvia, El Tambo y Timbío. Según el PGAR (CRC, 2014) La zona ubicada entre los 1.200 y 2.000 msnm, presenta temperaturas medias de 17°C correspondiente a la altiplanicie de Popayán y, de acuerdo con los registros climáticos, la precipitación promedio anual es de 2.000 mm.

#### ***4.3.3 Análisis de la Situación General***

Para entrar en contexto sobre la situación de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca, hay que tener en consideración el régimen de lluvias para el municipio, ver gráfico N°2. Para Climate data-clima Popayán, el régimen es bimodal con 1 periodo seco comprendido entre los meses de junio, julio y agosto; durante estos meses, las lluvias se sienten alrededor de 10 días por mes. En el mes de septiembre, las olas de calor aún están presentes, pero, las lluvias comienzan a llegar poco a poco incrementándose en octubre, noviembre y diciembre donde la frecuencia de días lluviosos oscila desde 22 a 27 por mes. En los meses de enero a mayo hay

concentración de lluvias entre 16 a 20 días por mes, claro, con menos intensidad que en el último trimestre del año. También es necesario tener en cuenta la temperatura anual, la temporada más calurosa se presenta en los meses de agosto y septiembre con 21 y 21.2°C, que es donde más ocurren emergencias por incendios, contrario en los meses de noviembre y diciembre donde las temperaturas son más bajas, por ende, hay mayor frecuencia de precipitaciones durante este periodo de tiempo presentando temperaturas que oscilan entre los 12.7 y 12.5°C.

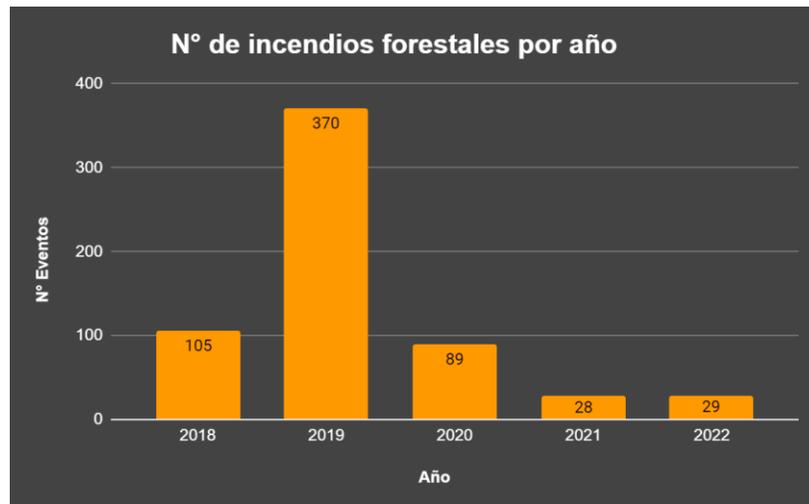
Gráfico N°2: Precipitación y Temperatura



Fuente: IDEAM 1991-2021-Elaboración: grupo de trabajo

De acuerdo con lo anterior, se puede esperar que la mayor parte de incendios forestales se presente durante la temporada seca en los meses de junio, julio, agosto y parte de septiembre, aunque también se pueden presentar en el transcurso del 1 trimestre del año o como le llaman la primera temporada seca, a continuación, en el gráfico N°3, se muestra el número de emergencias por incendios forestales durante los 4 años dentro del municipio:

Gráfico N°3: Incendios forestales por año, 2018-2022



Fuente: Bomberos Voluntarios, Popayán Cauca-Elaborado por: Grupo de trabajo

En el gráfico N°3, se puede observar que, los años con más presencia de incendios forestales en el municipio de Popayán son 2018, 2019 y 2020 cada uno con un total de 105, 370 y 89 eventos respectivamente; cabe resaltar que es el 2019 el año más afectado por estos sucesos; para complementar la afirmación anterior, se encontró que El Plan Nacional de Contingencia Posible Fenómeno El Niño (01 Agosto 2018 – 01 Agosto 2019), manifiesta que “a pesar de las lluvias, Colombia afrontaría la ocurrencia de un fenómeno de El Niño durante el último trimestre de 2018 y el primer semestre de 2019 manteniendo una intensidad de débil a moderado durante este periodo, cubriendo no solo la 2 temporada de lluvias de 2018 si no también la 1 temporada de altas precipitaciones en el 2019” (pág.10,12, 14). De acuerdo con lo anterior, se podría decir que, hay coherencia con los datos suministrados por el cuerpo de bomberos voluntarios ya que, en efecto, el 2018 y 2019 fueron los años donde más incendios forestales ocurrieron.

Por otra parte, el anterior gráfico, también muestra el comportamiento de las emergencias forestales por mes para el año 2019, que, al compararlo con las diferentes temporadas secas y de

lluvias para el municipio, da cuenta que en la segunda temporada seca del 2019 ocurrida desde junio a septiembre se registró la mayor ocurrencia de incendios forestales con un total de 356 incendios forestales, siendo agosto el mes más impactado con 235 eventos; hay que tener en cuenta que enero hace parte del 1 período seco del año por ende también tuvo su registro de 8 incendios. Con respecto a abril, mayo, octubre y noviembre las emergencias atendidas fueron entre 1 y 2 debido a las temporadas de las fuertes lluvias y, los meses que no se muestran, no tuvieron registro alguno.

Gráfico N°4: Incendios forestales 2019



Fuente: Bomberos Voluntarios, Popayán Cauca-Elaborado por: Grupo de trabajo

Puede agregarse que, para el 2021 y 2022 las emergencias disminuyen exponencialmente, ver gráfico N°4, y una de las causas aparte de que el fenómeno del niño no fue tan marcado, se remite al confinamiento debido a la pandemia por el virus del SARS-CoV-2 (COVID19), puesto que, la acción humana ya sea de manera intencional o no intencional ocasionan repetidamente grandes incendios que pueden llegar a ser hasta incontrolables por la gran magnitud y alcance de terreno. Ahora bien, con el fenómeno del cambio climático, las distinciones entre épocas lluviosas y secas son muy confusas y los incendios forestales pueden suceder en cualquier momento del año.

#### 4.3.3.1 Zonas de Mayor Ocurrencia de Incendios Forestales.

Durante el periodo comprendido entre 2018 a 2022, en el municipio de Popayán se presentaron 619 emergencias por incendios forestales en 62 puntos del municipio, donde las zonas más afectadas se ubican al oriente (Pueblillo, Vía al Huila, Tres Cruces, El Hogar y Pomona) y nororiente (Guacas) dentro del territorio de la capital caucana, pero, se encontraron lugares que fueron impactados con más recurrencia por estos eventos, ver tabla N°5

Tabla 5. Recurrencia de incendios forestales por zona.

<b>RECURRENCIA INCENDIOS FORESTALES POR ZONA</b>	
<b>DIRECCIÓN</b>	<b>TOTAL</b>
Ortugal	10
Vía Timbío	11
Julumito	12
Vereda el Hogar	15
Vereda Cajete	16
Variante Norte	16
Pomona	15
Variante Sur	18
Pueblillo	20
Tres Cruces	28
Vía al Huila	32
Las Guacas	34

Fuente: Bomberos Voluntarios, Popayán Cauca-Elaborado por: Grupo de trabajo

Las 12 zonas clasificadas hacen parte del área rural del municipio. Vale la pena aclarar que, la mayor parte presenta terreno de difícil acceso para la entrada de máquinas especiales para atacar incendios por lo que, las unidades que asisten las emergencias ingresan a pie por distintas direcciones llevando consigo herramientas que pueden ser cargadas por ellos mismos. Estas zonas se caracterizan por tener altos índices de ocurrencia de incendios forestales, afectando directamente la biodiversidad natural, lo que se corroboró en el trabajo de campo. Con la información recolectada en campo se pudo evidenciar que en cada uno de los puntos existen características similares, como tipo de cobertura vegetal, uso de suelo, entre otros. A continuación, se muestran los 12 lugares antes mencionados.

*Fotografía N°1: El Ortigal*



*Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023*

**Municipio: Popayán Cauca-El Ortigal**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°27'43.591'' N-76°38'11.094''W

Altitud:1688 msnm

Cobertura vegetal: Pastos bajos, secos y semisecos.

Uso del suelo: Urbano-comercial

Fotografía N°2: Vía a Timbío



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Vía Timbío**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°25'27.932''N-76°37'36.799''W

Altitud: 1723 msnm

Cobertura vegetal: Helecho, pino, pastos bajos secos y semisecos, café, eucaliptos, rastrojo, vegetación nativa mixta

Uso del suelo: Urbano-agrícola

Fotografía N°3: Julumito



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Julumito**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°29'40.469''N-76°39'42.159''W

Altitud: 1752 msnm

Cobertura vegetal: Potreros, bosque nativo mixto, pastos bajos secos y semisecos, cultivo de plátano y maíz.

Uso del suelo: Urbano-agrícola-ganadería

Fotografía N°4: El Hogar



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-El Hogar**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'56.887''N-76°34'28.644''W

Altitud: 1915 msnm

Cobertura vegetal: Cultivos de café, maíz, caña silvestre, eucalipto, pino, pastos bajos secos y semisecos, bosque nativo mixto.

Uso del suelo: Rural-agrícola

Fotografía N°5: Cajete



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Cajete**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°28'44.803''N-76°40'1.155''W

Altitud: 1708 msnm

Cobertura vegetal: Cultivos de yuca, plátano, maíz, caña común, pastos bajos secos y semisecos, rastrojo, guadua, vegetación nativa.

Uso del suelo: Urbano-agrícola

Fotografía N°6: Pomona



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Pomona**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'54.289''N-76°35'39.340''W

Altitud: 1739 msnm

Cobertura vegetal: Bosque nativo mixto, pastos bajos secos y semisecos, vivero.

Uso del suelo: Urbano

Fotografía N°7: Variante Norte



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Variante Norte**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°29'40.695''N-76°33'38.864''W

Altitud: 1835 msnm

Cobertura vegetal: Pastos bajos secos y semisecos, vegetación nativa mixta, pino, eucalipto

Uso del suelo: Urbano-ganadero

Fotografía N°8: Variante Sur



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Variante Sur**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'4.415''N-76°37'18.392''W

Altitud: 1711 msnm

Cobertura vegetal: Colchón de pastos secos y semisecos, vegetación nativa mixta.

Uso del suelo: Urbano

Fotografía N°9: Pueblillo



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Pueblillo**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'51.257''N-76°34'57.620''W

Altitud: 1765 msnm

Cobertura vegetal: Pastos bajos secos y semisecos, potrero, pino, eucalipto, bosque nativo mixto.

Uso del suelo: Urbano-industrial y ganadero

Fotografía N°10: Tres Cruces



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-3 Cruces**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'36.148''N-76°35'49.089''W

Altitud: 1797 msnm

Cobertura vegetal: Vegetación arbórea alta, rastrojo, pastos bajos secos y semisecos, cultivos de plátano y yuca.

Uso del suelo: Agrícola- Forestal

Fotografía N°11: Vía al Huila



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca-Vía al Huila**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°26'17.136''N-76°35'22.786''W

Altitud: 1837 msnm

Cobertura vegetal: Pastos bajos secos y semisecos, pino, eucalipto, vegetación nativa mixta, rastrojos.

Uso del suelo: Urbano-forestal

Fotografía N°12: Las Guacas



Fotografía tomada por: Grupo de trabajo, 2023

**Municipio: Popayán Cauca- Las Guacas**

Tomado por: Norvi Muñoz-Karen López

Coordenadas: 2°28'23.084''N-76°32'53.143''W

Altitud: 1833 msnm

Cobertura vegetal: Pastos bajos secos y semisecos, eucaliptos, pino, vegetación nativa mixta

Uso del suelo: urbano-forestal

#### **4.3.3.2 Principales Factores que se Afectan a Causa de un Incendio Forestal.**

Los incendios forestales son eventos catastróficos que pueden tener consecuencias desastrosas para los ecosistemas, la biodiversidad y las comunidades humanas que dependen de ellos. Cuando se produce un incendio forestal, varios factores se ven afectados, generando un impacto significativo en el entorno y en la población cercana. A continuación, se presentan los principales elementos afectados durante un incendio forestal:

**Vegetación:** La vegetación es uno de los elementos más afectados durante un incendio forestal. El fuego se propaga rápidamente a través de la cobertura vegetal, consumiendo árboles, arbustos y pastizales. Las plantas son altamente inflamables y, en condiciones secas o semisecas, pueden servir como combustible para propagar las llamas. Por otro lado, la intensidad y la velocidad del fuego dependerá del tipo de vegetación presente, su densidad y del estado en que se encuentre. Para este caso, los 12 puntos tienen características similares en cuanto a cobertura vegetal como: arbustiva, pastos bajos secos y semisecos, vegetación mixta con ramaje semisecho, disponibilidad de combustible leñoso seco, cultivos de pan coger, áreas con vegetación de tipo forestal (eucaliptos, pino con poca humedad), vegetación nativa semiseca (roble, arrayán, guadua, caña común), además, la geomorfología de las zonas (plana y loma).

**Cultivos:** Los incendios forestales también pueden afectar los cultivos agrícolas cercanos a las áreas forestales. El fuego puede extenderse hacia tierras de cultivo y destruir terreno con cosechas, lo que provoca pérdidas económicas para los agricultores. Además, los incendios pueden dañar la calidad del suelo, afectando la fertilidad y la capacidad de producción agrícola. Los suelos de las zonas visitadas se podían observar en su mayoría muy secos, por lo tanto, los cultivos se visualizaban con poca productividad. Debido a que la mayor parte de los puntos se localizan en la

parte rural del municipio, el área de influencia está compuesta en su mayoría por cultivos de pan coger como yuca, plátano, café, maíz y caña de azúcar.

**Actividades humanas:** Las actividades humanas pueden desempeñar un papel importante en la ocurrencia de incendios forestales. La negligencia humana, como la quema inadecuada de desechos, el uso irresponsable del fuego o la falta de precaución al encender fogatas en áreas con vegetación alta, puede provocar incendios accidentales. Las zonas afectadas están rodeadas por población en general, instituciones educativas, construcciones de viviendas o expansión urbana, área comercial, agrícola (rozas y limpieza de lotes), transporte y ganadería extensiva.

**Factores desencadenantes de incendios:** Existen varios factores desencadenantes para iniciar un incendio forestal. Las altas temperaturas pueden contribuir a la rápida propagación del fuego. Además, la presencia de combustibles naturales, como la acumulación de hojas secas y ramas caídas, las condiciones climáticas extremas, como los fuertes vientos, pueden actuar como facilitadores para la aparición y expansión de los incendios. De acuerdo con la información encontrada en los registros archivados del cuerpo de bomberos voluntarios y corroborando en campo, las causas por las que se generan los incendios forestales en su mayoría son provocados por el hombre de manera consciente e inconsciente, pero que ha generado grandes pérdidas en cuanto a flora y fauna del municipio; el accionar antrópico como tirar un cigarrillo sin ser totalmente apagado o dejar vidrios en zonas boscosas, quemas prohibidas en zonas forestales para la agricultura, limpieza de terreno, pastoreo, construcciones de infraestructura, invasión de terrenos públicos o gubernamentales, entre otros.

**Vulnerabilidad de la población:** Durante la emergencia de un incendio forestal, la población que vive en áreas cercanas a los bosques se encuentra en una situación de vulnerabilidad. La propagación del fuego puede poner en peligro la vida y la seguridad de las personas, especialmente si no se cuenta con una adecuada concientización y preparación ante emergencias. La exposición al humo y a las partículas en el aire también pueden causar problemas de salud, especialmente en individuos vulnerables, como niños, ancianos o personas con enfermedades respiratorias. Los principales impactos de los incendios forestales sobre la población asentada en los alrededores de los puntos en referencia son: el cambio inminente del paisaje, cambio en la estructura y porosidad del suelo, pues, al no haber vegetación se pone en riesgo la estabilidad del suelo generando dificultades en la infiltración del agua incrementando notoriamente las escorrentías, incremento en la acidez del suelo, disminución notoria de la materia orgánica, pérdida de nutrientes del suelo, entre otros.

## **5. Estructuración y Elaboración de Datos Espaciales**

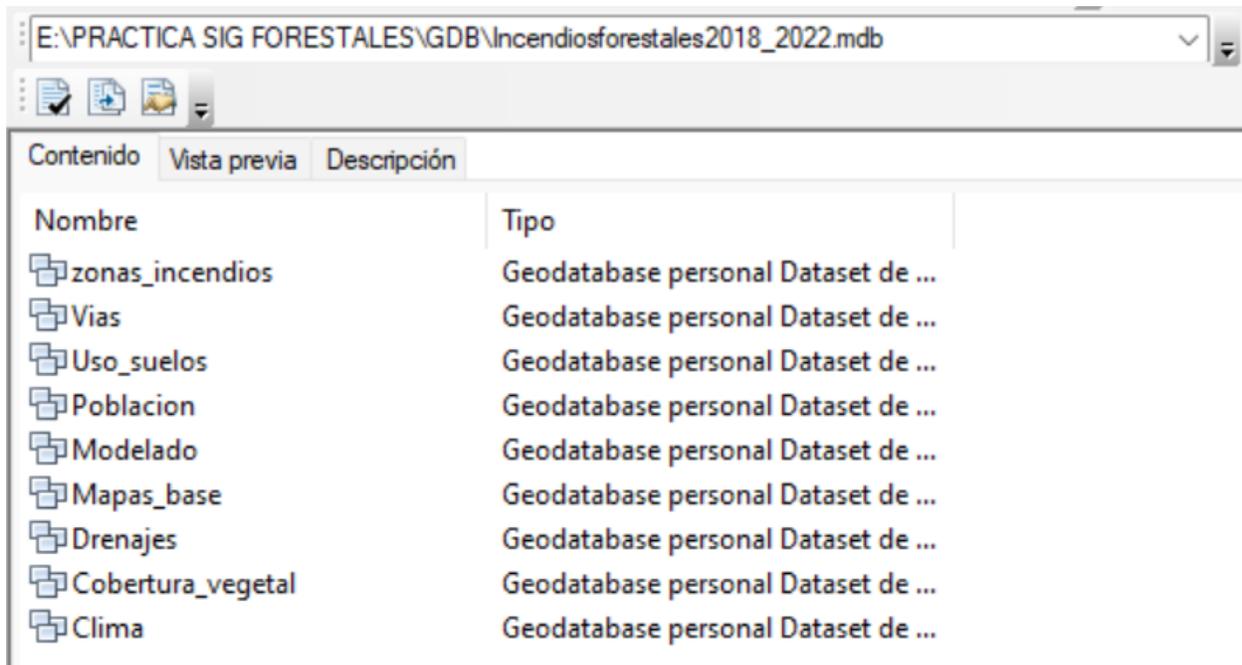
A continuación, se muestra la información espacial elaborada y recolectada, con la cual fue posible llevar a cabo la creación de la base de datos espacial para incendios forestales en el periodo 2018-2022 en el cuerpo de bomberos voluntarios de Popayán Cauca, también se podrá observar la descripción de cada shapefile estructurados dentro de tablas de información. Se trabajó en la elaboración de un manual detallado paso a paso para el uso y manejo del programa ArcGIS 10.x de bomberos Popayán, que sirve de guía para la implementación y actualización de información en la base de datos espacial por parte del personal bomberil.

### **5.1. Geodatabase**

“Una personal geodatabase es una base de datos que permite guardar, consultar, organizar y administrar todo tipo de datos espaciales y no espaciales; es como un archivo donde puedes guardar estos datos de forma estructurada. Este archivo contiene los shapefile y los atributos que se relacionan, de igual manera, se puede añadir información a los archivos shapefile en sus tablas de atributos. Las geodatabases personales tienen un tamaño máximo de 2 GB”, (ESRI, 2021).

Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizó una geodatabase personal. La utilización de esta base de datos, permitió almacenar y gestionar los diversos elementos geográficos, como datos vectoriales en formato shapefile (SHP), tablas y modelos digitales de elevación (DEM); esta organización fue esencial para almacenar estos SHP, ya que permitió estructurar de manera eficiente los datos georreferenciados presentes durante el desarrollo de la práctica facilitando la búsqueda, edición y análisis de los datos espaciales. (ver imagen N°2 Modelo geodatabase)

Imagen 2. Modelo personal geodatabase



Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 6. Descripción geodatabase de información sobre cobertura vegetal

<b>Descripción del tema</b>	Tipo de cobertura vegetal de las 12 zonas principales de ocurrencia de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	Cobertura vegetal		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Código	Text	254	Indica el número de cada tipo de cobertura
Leyenda	Text	150	Nombre de cada cobertura vegetal
Insumo	Text	250	Formato con que se descargó la información
Confibili	Text	18	Confiableabilidad de la información
Cambio	Text	18	Actualización de cada uno de los polígonos
Nivel_1	Text	19	Descripción del tipo de cobertura
Area_Ha	Double	21	Cantidad de área en hectárea por cada tipo de cobertura
Código	Text	254	Indica el número de cada tipo de cobertura

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 7. Descripción geodatabase de información sobre clima

<b>Descripción del tema</b>	Tipo de clima de las 12 zonas principales de ocurrencia de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	CLIMA		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
provincia	Long integer	5	Indica el lugar al que pertenece cada condición climática
rang_altu	Text	18	Muestra la altitud (msnm) en que se encuentra el lugar
rang_temp	Text	19	Muestra la temperatura en °C en que se encuentran las zonas de incendios
rang_prec	Text	21	Indica las precipitaciones en mm de la zona de estudio
area_ha	Double	18	Información sobre el área en hectáreas en que se distribuye el clima
nomenclatu	Text	25	Describe el tipo de clima de la zona

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 8. Descripción geodatabase de información sobre zonas de ocurrencia de incendios principales

<b>Descripción del tema</b>	Zonas principales de ocurrencia de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca durante el periodo 2018_2022		
<b>Feature Class</b>	ZONAS_INCENDIOS		
<b>Tipo de dato</b>	Punto		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
type	Text	10	Indica el punto asociado a la georreferenciación de cada zona principal de incendios
ident	Text	24	Muestra el nombre de la zona en que se dio cada ocurrencia de incendio forestal
comment	Text	254	Describe la cobertura observada en trabajo de campo
Tot_incend	Text	50	Refiere al total de incendios dados durante el periodo 2018 a 2022
inc_2018	Text	4	Muestra el número de incendios dados en el año 2018 en cada una de las zonas principales
inc_2019	Text	4	Muestra el número de incendios dados en el año 2019 en cada una de las zonas principales
inc_2020	Text	4	Muestra el número de incendios dados en el año 2020 en cada una de las zonas principales
inc_2021	Text	4	Muestra el número de incendios dados en el año 2021 en cada una de las zonas principales

inc_2022	Text	4	Muestra el número de incendios dados en el año 2022 en cada una de las zonas principales
----------	------	---	--

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 9. Descripción geodatabase de información sobre población

<b>Descripción del tema</b>	Población afectada sobre cada una de las zonas de ocurrencia de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca tomando como referencia un radio de 500 metros		
<b>Feature Class</b>	POBLACIÓN		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Pobl_afect	Long integer	5	Indica un aproximado de la población afectada sobre cada zona principal de incendios forestales
Zona_incen	Text	50	Muestra las zonas de incendios forestales
Zona_incen	Text	50	Muestra las zonas de incendios forestales

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 10. Descripción geodatabase de información sobre recurrencia de incendios por zona

<b>Descripción del tema</b>	Información Zonas recurrentes de incendios forestales		
<b>Feature Class</b>	Recurrencias de incendios forestales por zona		
<b>Tipo de dato</b>	Punto		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
type	String	10	Indica el punto asociado a la georreferenciación de cada incendio
ident	String	24	Nombre de las zonas principales de ocurrencia de incendios forestales
comment	String	254	Uso del suelo en cada una de las zonas principales de ocurrencia de incendios
time	String	20	Fecha y hora de la toma de las coordenadas en cada zona
model	String	20	Modelo del GPS con el que se tomaron las coordenadas
RECU_2018	String	50	Recurrencia de incendios por zona para el año 2018
RECU_2019	String	50	Recurrencia de incendios por zona para el año 2019
RECU_2020	String	50	Recurrencia de incendios por zona para el año 2020
RECU_2021	String	50	Recurrencia de incendios por zona para el año 2021

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 11. Descripción geodatabase de información sobre zona urbana y centros poblados

<b>Descripción del tema</b>	Información de los centros poblados del municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	Zona urbana y centros poblados		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Nom_pob	String	2	Nombre del centro poblado y comunas
Estación	Text	10	Indica cual es la estación de Bomberos responsable de la atención a emergencias Subestación 1 (S1) y Subestación 2 (S2)

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 12. Descripción geodatabase de información sobre uso del suelo

<b>Descripción del tema</b>	Información de uso del suelo en 12 zonas principales de incendios forestales dentro del municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	Agrícola, forestal, agroforestal, zona urbana, cuerpo de agua.		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
UCVocacion	String	254	Brinda información sobre el uso apropiado del suelo
Vocación	String	150	Clasificación de los suelos de acuerdo con la aptitud natural que presenta cada tipo de suelo
Uso_princi	String	250	Información sobre el uso que se le está dando al suelo en un determinado lugar.
Área	Double	18	Muestra el área en (m2) para cada uno de los usos principales del suelo.
Area_km2	Double	18	Muestra el área en (km2) para cada uno de los usos principales del suelo.
Area_hc	Double	18	Muestra el área en (hc2) para cada uno de los usos principales del suelo.

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 13. Descripción de nomenclatura vial

<b>Descripción del tema</b>	Información sobre vías en el perímetro urbano del municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	Nomenclatura vial		
<b>Tipo de dato</b>	Línea		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Texto	Text	254	Indica las direcciones de cada una de las vías

Shape_Length	Double	18	Información de longitud de cada línea de carretera
--------------	--------	----	--

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 14. Descripción de las veredas del municipio de Popayán Cauca

<b>Descripción del tema</b>	Información sobre veredas del municipio de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	Popayán_Veredas		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
DPTOMPIO	Text	5	Indica el código tanto del departamento como del municipio
CODIGO_VER	Text	11	Contiene información del código correspondiente a cada vereda
NOM_DEP	Text	50	Nombre del departamento
NOMB_MPIO	Text	50	Nombre del municipio
NOMBRE_VER	Text	50	Nombre de veredas
FUENTE	Text	50	Indica de donde fue extraída la información
AREA_HA	Double	18	Muestra el área de cada vereda en hectáreas
COD_DPTO	Text	2	Indica el código del departamento

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 15. Descripción de drenajes sencillos

<b>Descripción del tema</b>	Información drenajes sencillos de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	DRENAJE_SENCILLO		
<b>Tipo de dato</b>	Línea		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
NOMBRE_GEO	String	50	Muestra el nombre geográfico de cada drenaje
SHAPE_Leng	Double	18	Información de la longitud de la línea de cada drenaje

Elaborado por: Grupo de trabajo

Tabla 16. Descripción de zonificación de atención a emergencias según estación bomberil

<b>Descripción del tema</b>	Información la zonificación de atención a emergencias según estación Bomberil de Popayán Cauca		
<b>Feature Class</b>	ZONIFICACION_AEPE		
<b>Tipo de dato</b>	Polígono		
<b>CAMPOS</b>	<b>TIPO DE DATOS</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
DPTO_CCDGO	String	2	Código del departamento
MPIO_CCDGO	String	3	Código que identifica al municipio
VERSION	Long	10	Año de la información geográfica
AREA	Double	18	Área del municipio en metros cuadrados (Sistema de coordenadas planas MAGNA_Colombia_Bogota)
LATITUD	Double	18	Coordenada de latitud del municipio
LONGITUD	Double	18	Coordenada de longitud del municipio
CODIGO_VER	String	11	Código de la vereda
NOM_DEP	String	50	Nombre del departamento
NOMB_MPIO	String	50	Nombre del municipio
NOMBRE_VER	String	50	Nombre de la vereda
FUENTE	String	50	Indica donde fue extraída la información
DESCRIPCIO	String	50	Identifica si es un centro poblado
AREA_HA	Double	18	Área de cada vereda o centro poblado en ha
ESTACION	String	50	Indica cual es la estación de Bomberos responsable de la atención a emergencias Subestación 1 (S1) y Subestación 2 (S2)

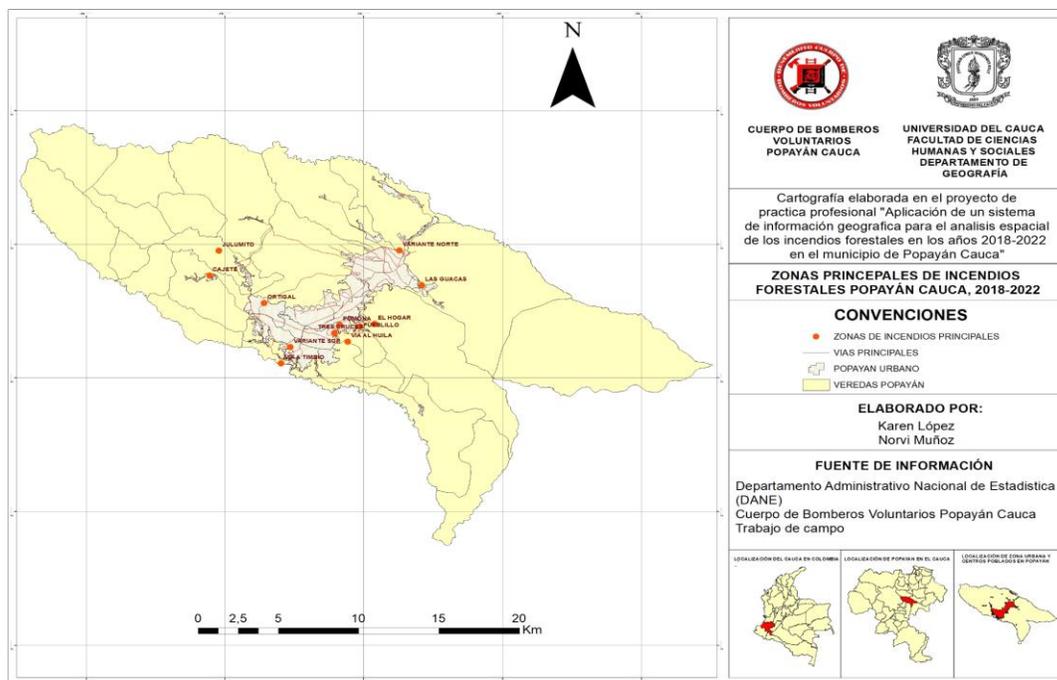
Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6. Análisis Espacial de Distribución de Incendios Forestales

A continuación, se presenta la visualización de la cartografía que incluye la distribución espacial de los incendios forestales durante el periodo comprendido entre 2018 a 2022. Estos datos se abordan desde diferentes temáticas en las que se muestra la influencia que han tenido los incendios forestales en la zona urbana y centros poblados. La escala de visualización se encuentra a 1:80.000 con ventanas de observación a escala 1:10.000 para cada uno de los mapas excepto Densidad de Kernel, Zonificación y Rosa de los Vientos que se encuentran a escalas 1:30.000

### 6.1. Zonas Principales de Incendios Forestales Popayán Cauca, 2018-2022

Mapa N°2: Zonas principales de incendios forestales 2018-2022



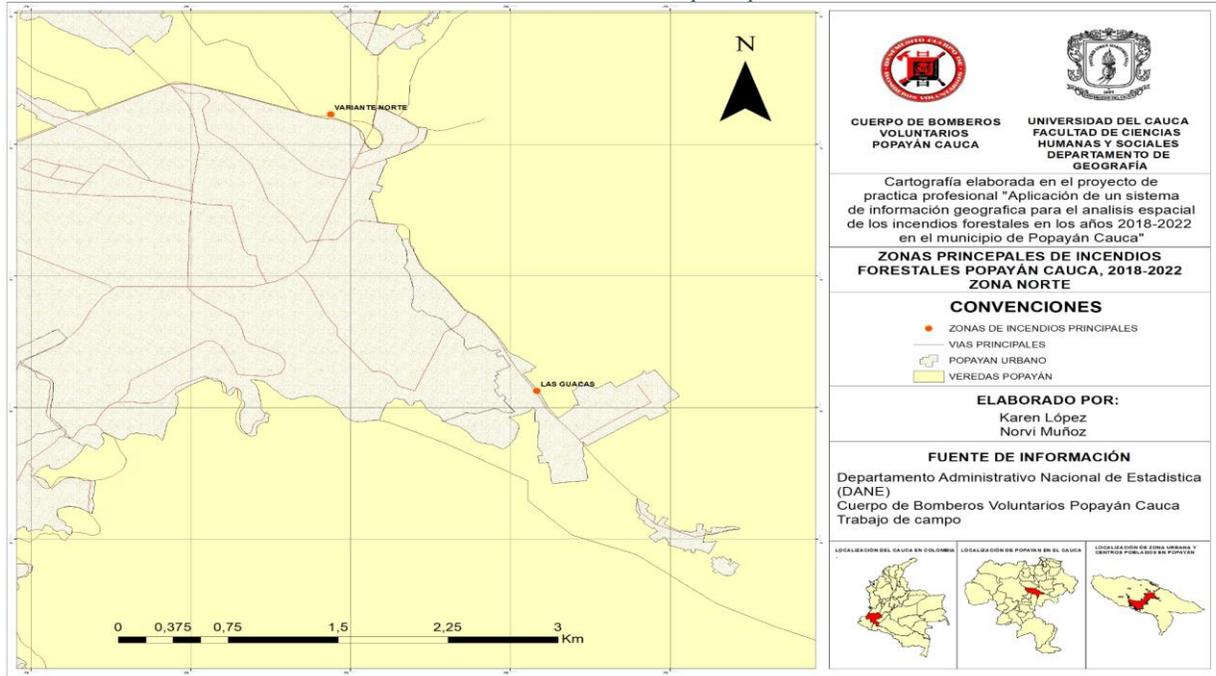
*Elaborado por: Grupo de trabajo*

El mapa N°2, muestra la zona urbana y los centros poblados de Popayán, además, las vías que los comunican entre sí; por otro lado, se pueden observar 12 puntos con una simbología de

círculo color naranja que representan las zonas principales que experimentaron una mayor cantidad de incendios forestales durante el período analizado, estas áreas se destacan como puntos críticos donde los incendios ocurrieron con mayor frecuencia.

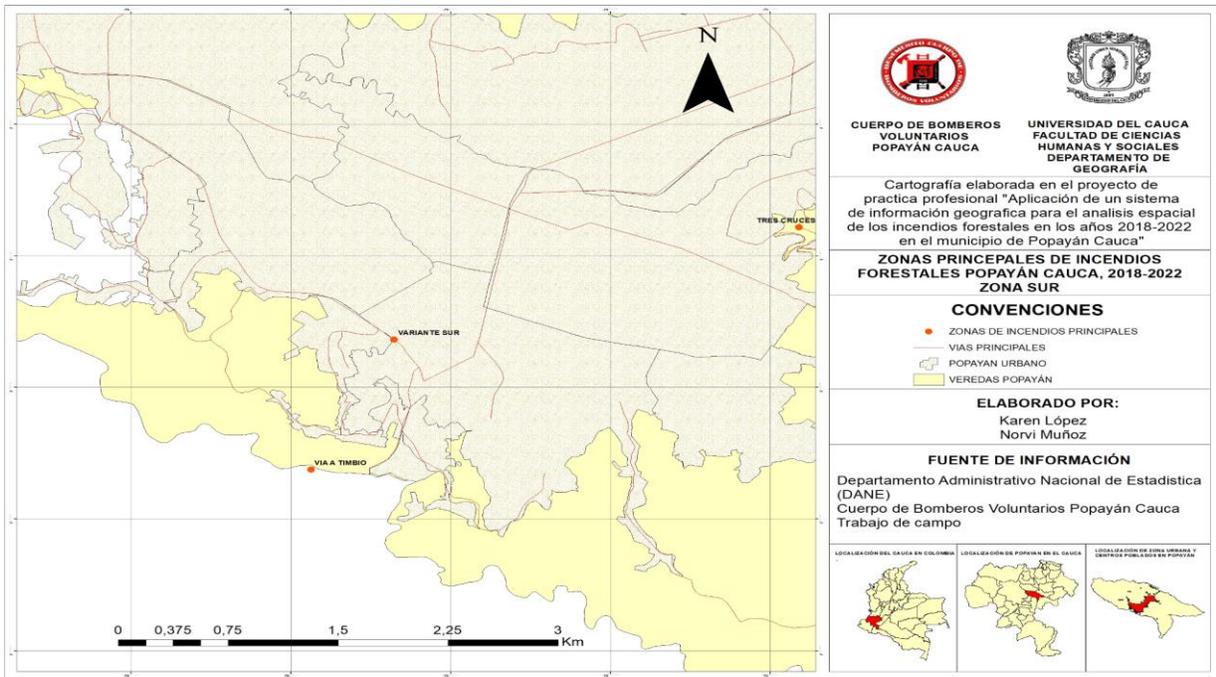
La temática deja ver la distribución de 12 lugares principales de incendios en las proximidades del perímetro urbano y centros poblados formando una especie de cinturón de peligro, estas son: al Norte: Las Guacas y Variante Norte; al Sur: Variante Sur y Vía Timbío; al Oriente: El Hogar, Pueblillo, Vía al Huila, Pomona y Cerro Tres Cruces y al Occidente: El Ortigal, Julumito y Cajete. Algunas de estas áreas se caracterizan por presentar características similares que actúan como combustible para la propagación del fuego como pastos secos y semisecos y otras con pendientes pronunciadas lo que hace que aumente la velocidad de propagación del fuego y dificulta el acceso para los equipos de respuesta. Adicionalmente, se compromete el sector rural donde la dinámica poblacional representa un factor de riesgo significativo cuando a incendios forestales se refiere.

Ventana de observación N°1: Puntos principales Zona Norte



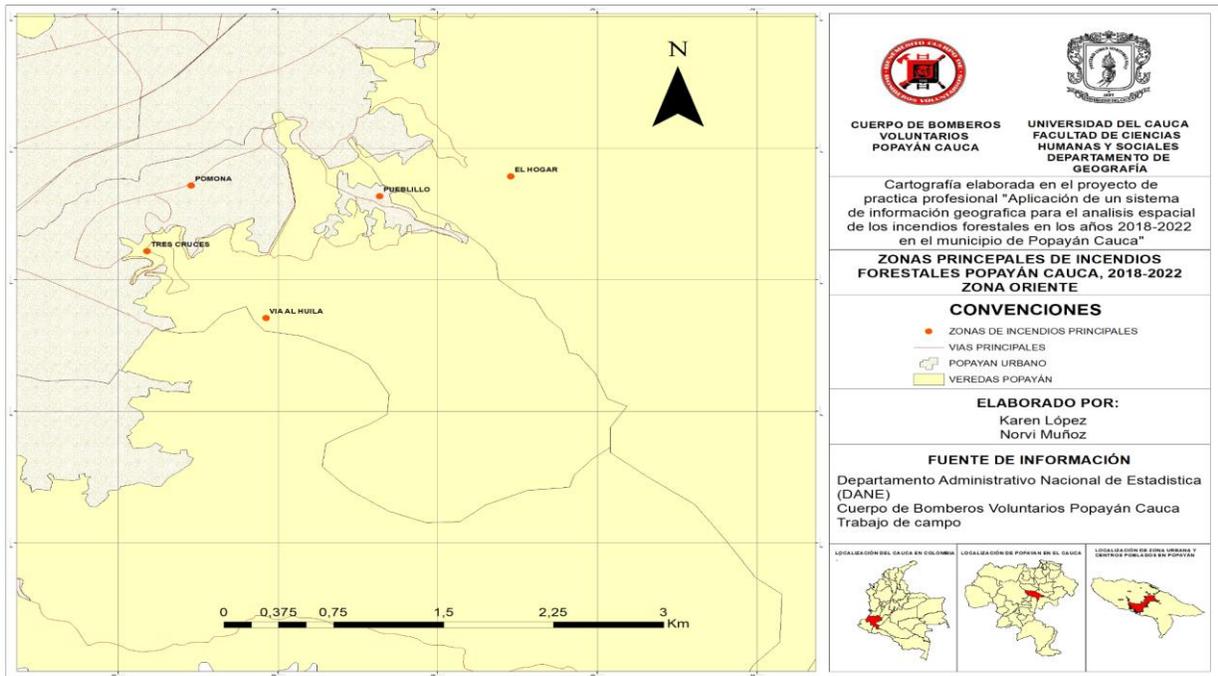
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°2: Puntos principales Zona Sur



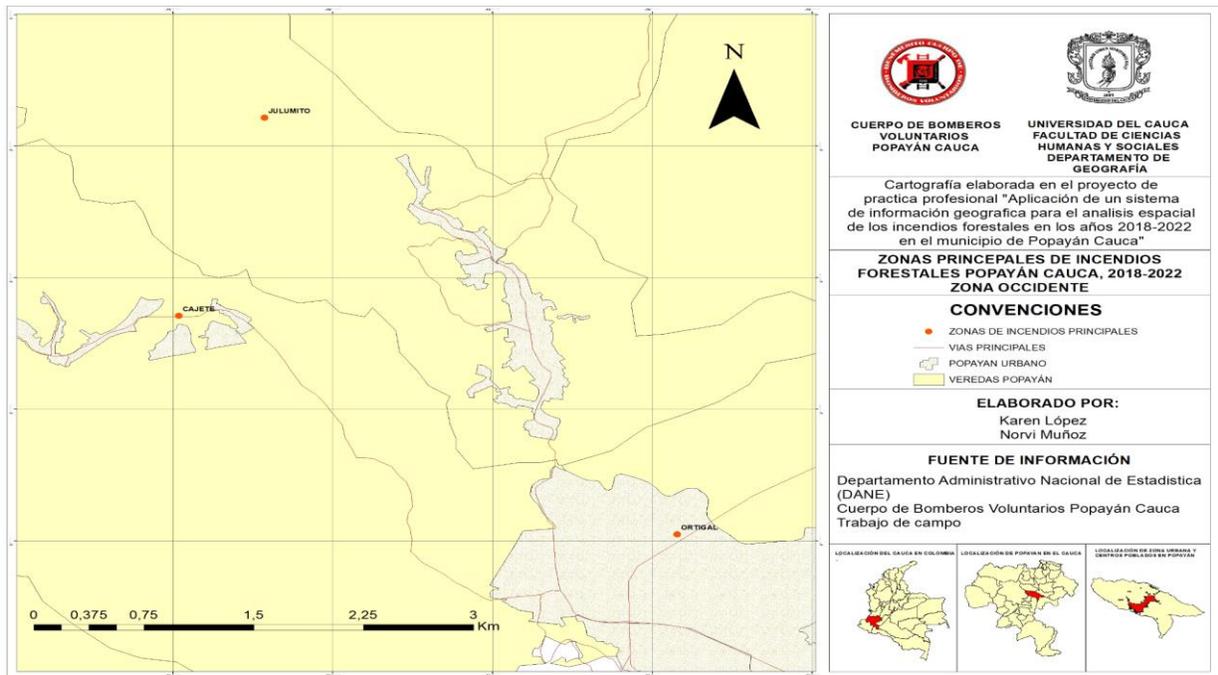
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°3: Puntos principales Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°4: Puntos principales Zona Occidente



Elaborado por: Grupo de trabajo

### 6.1.2. Verificación y Georreferenciación de Puntos de Incendios por Medio de Google Earth.

Una vez obtenida esta información y para complementar, se tomaron las recurrencias de los puntos principales de incendio forestal por año para cada una de las zonas utilizando la plataforma de Google Earth Pro. Se georreferenciaron 19 puntos en total; 2018 (9 puntos), 2019 (4), 2020 (5), 2021 (1) y 2022 no cuenta con puntos georreferenciados. Este proceso se realizó con verificación coherente entre la fecha del hecho y su visualización en las imágenes históricas de la plataforma Google Earth, por tal motivo, se obtuvo poca información ya que, se encontraron imágenes con nubosidad o simplemente no había imágenes disponibles para las fechas requeridas. A continuación, se presenta un claro ejemplo para la vereda el Hogar:

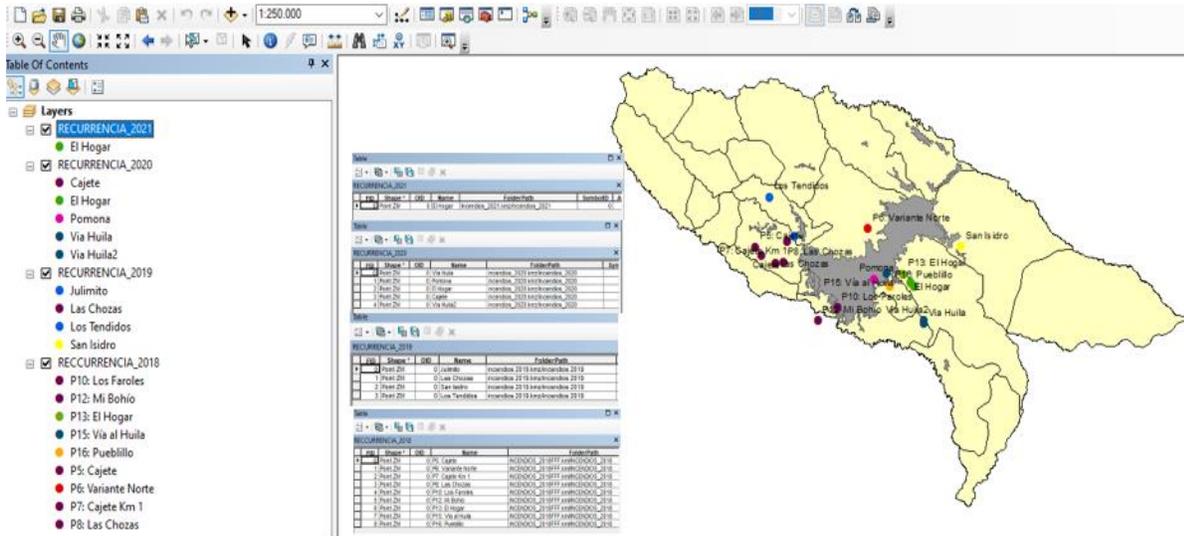
Imagen 3. Verificación de recurrencia de incendios

The screenshot shows the Google Earth Pro interface. On the left, the 'Lugares' (Places) panel lists several locations, with 'El Hogar' (15/01/2020) highlighted with a red box. The main map area shows a satellite view of a rural area with a road and buildings, and a red arrow points to a specific location labeled 'El Hogar'. A historical image timeline is visible at the top of the map, with a red box around the date range from 1969 to 2022. Below the map, a data table is displayed with the following information:

ALTITUD (msnm)	COORDENADAS	ZONA	AÑO	FECHA
1915	2°26'56.887"N 76°34'28.644"W	El Hogar	2018	30-agosto
			2018	01-septiembre
			2019	01-agosto
			2019	12-agosto
			2019	25-agosto
			2020	15-enero
			2020	15-enero
			2020	17-febrero
			2020	10-junio
			2020	13-septiembre
			2020	10-octubre
			2021	07-febrero
			2022	09-septiembre
			2022	12-septiembre
			2018	27-septiembre

Fuente: Google Earth Pro

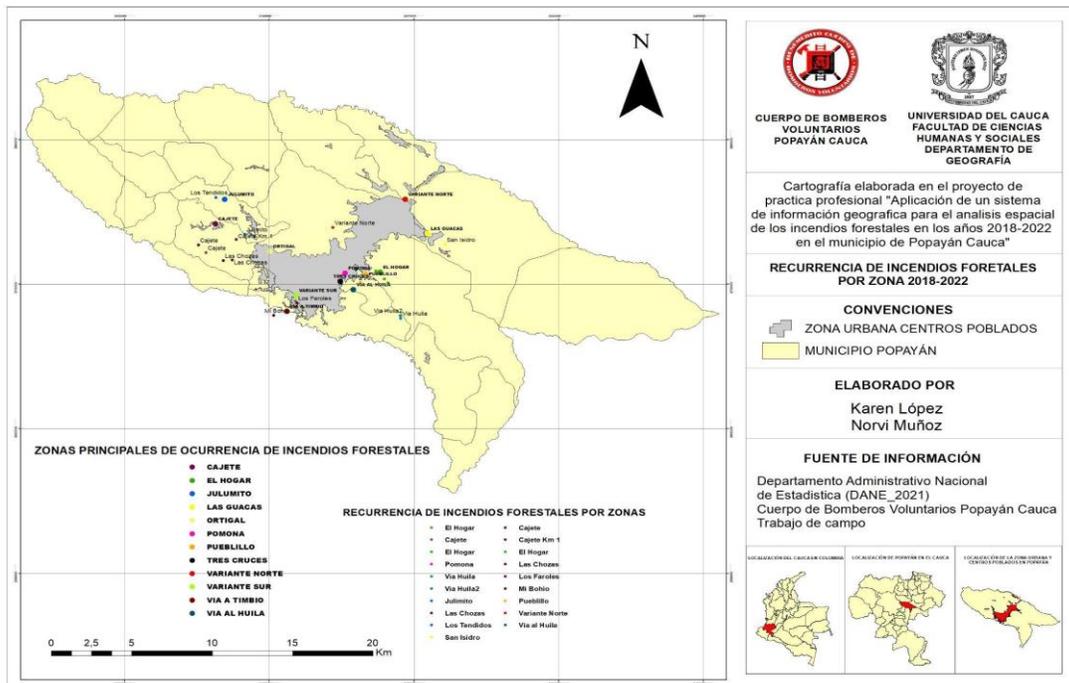
Imagen 4. Recurrencias de incendios por año



Elaborado por: Grupo de trabajo

Una vez se terminó la georreferenciación de los puntos verificados, se procedió a espacializar la información en una ventana de trabajo de ArcMap. Ver mapa N°3.

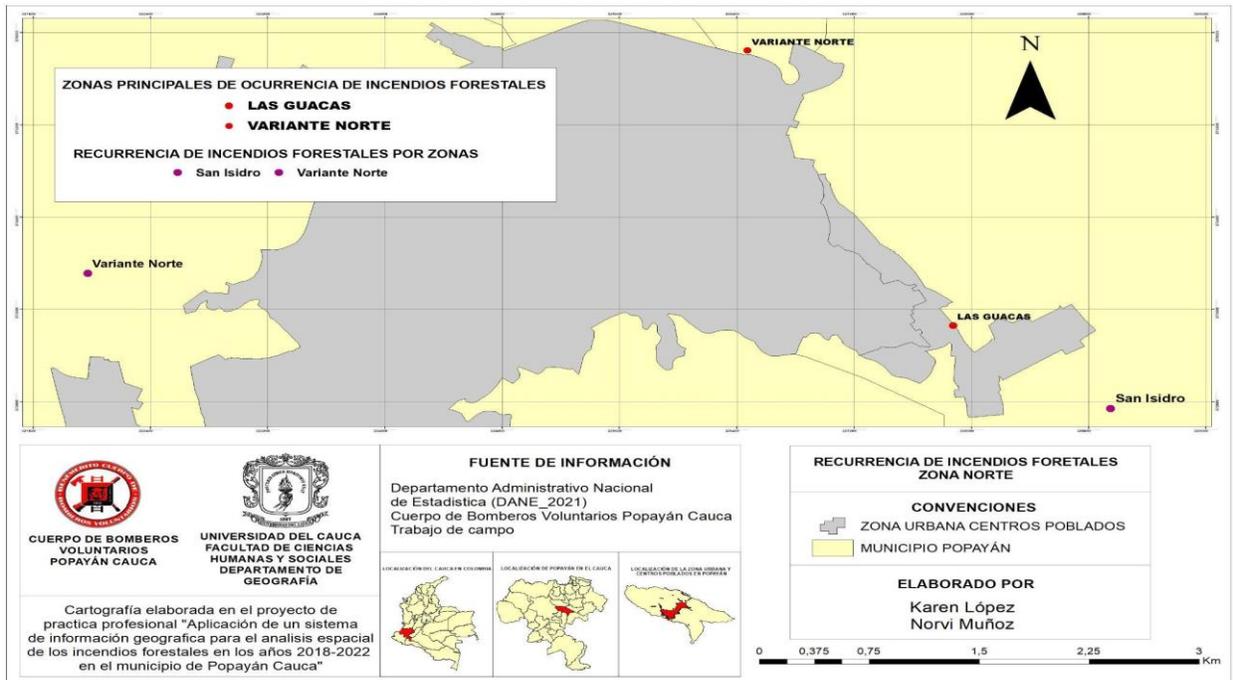
Mapa N°3: Recurrencia de incendios forestales por zona



Elaborado por: Grupo de trabajo

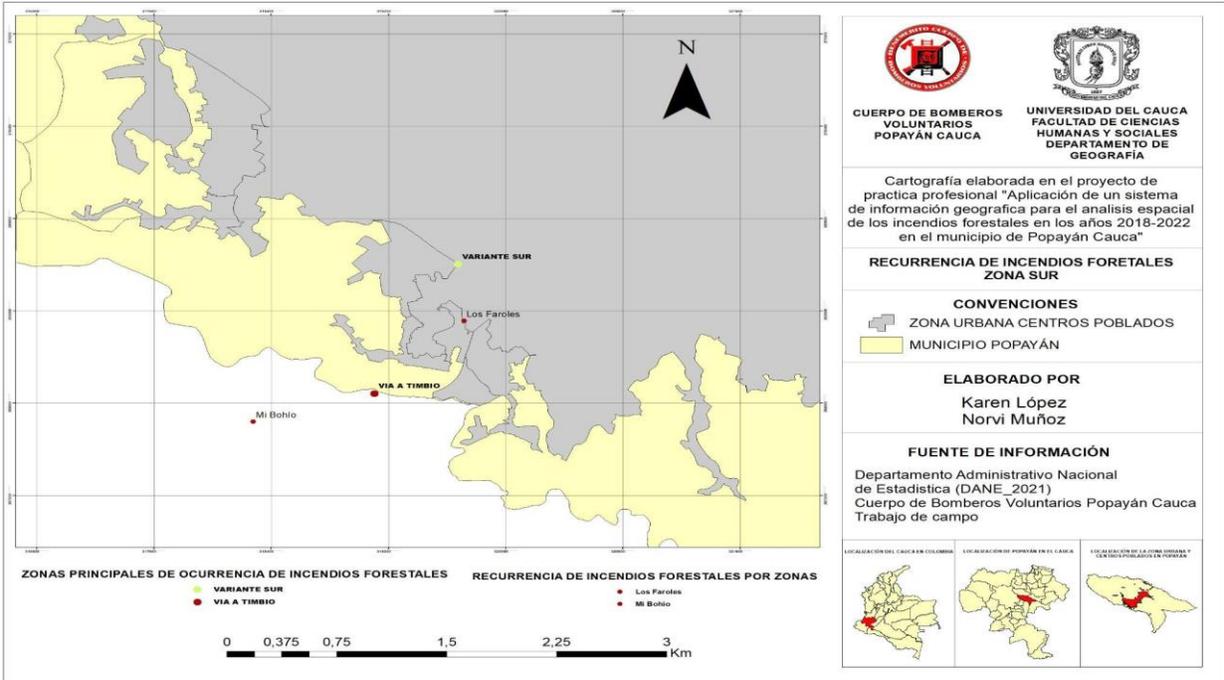
En el mapa anterior se observa el total de recurrencias de incendios que arrojaron las diferentes imágenes satelitales históricas en Google Earth Pro de los años 2018 a 2022 para cada una de las zonas principales; cabe resaltar que el cuerpo de bomberos atendió en total 227 emergencias por incendios forestales durante los 5 años en estos sitios, pero, no se contó con información satelital suficiente para hacer la verificación completa.

Ventana de observación N°5: Recurrencia Zona Norte



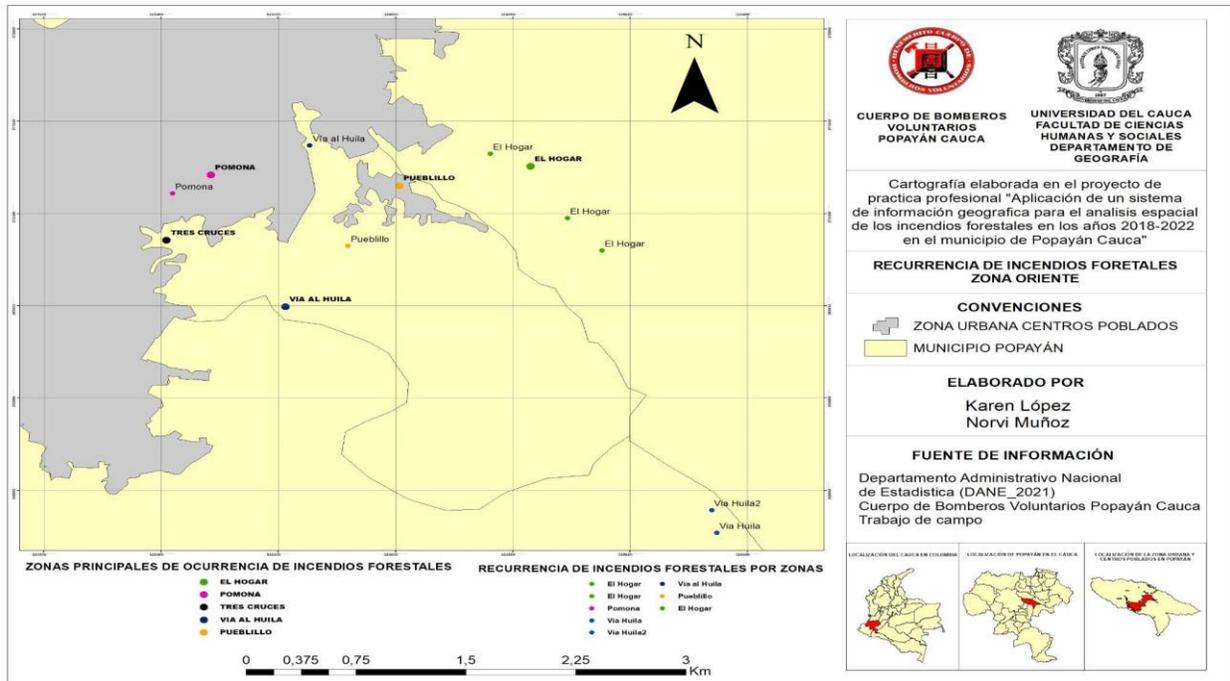
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°6: Recurrencia Zona Sur



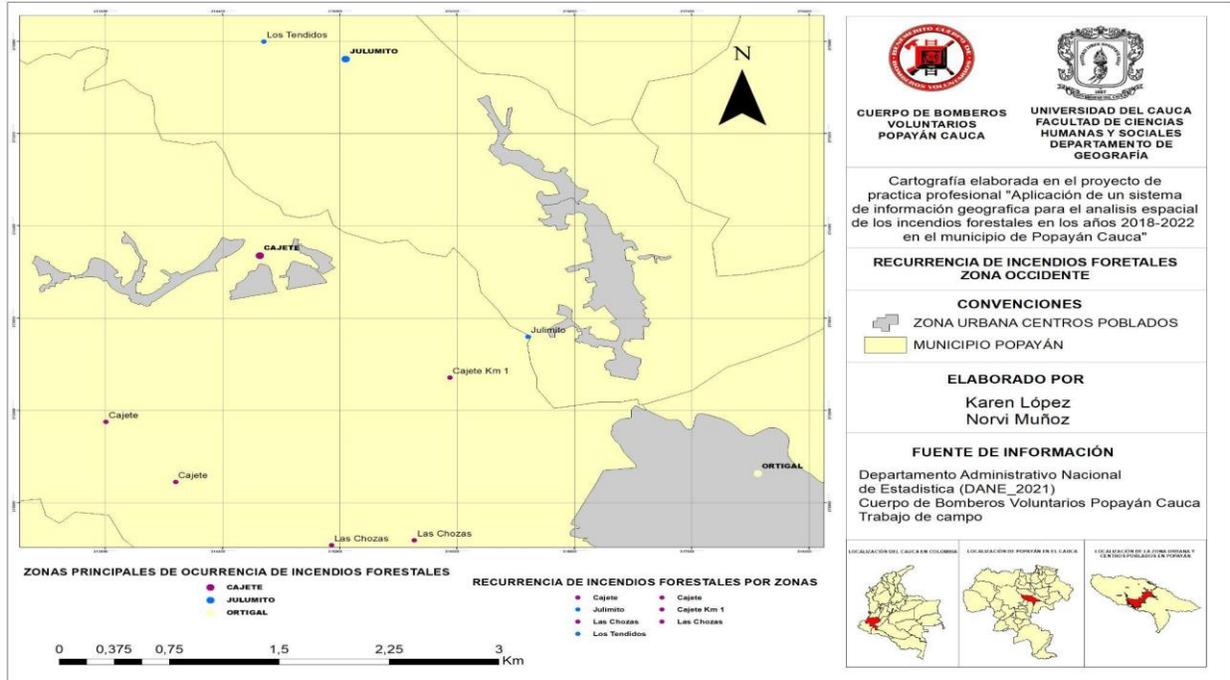
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°7: Recurrencia Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°8: Recurrencia Zona Occidente

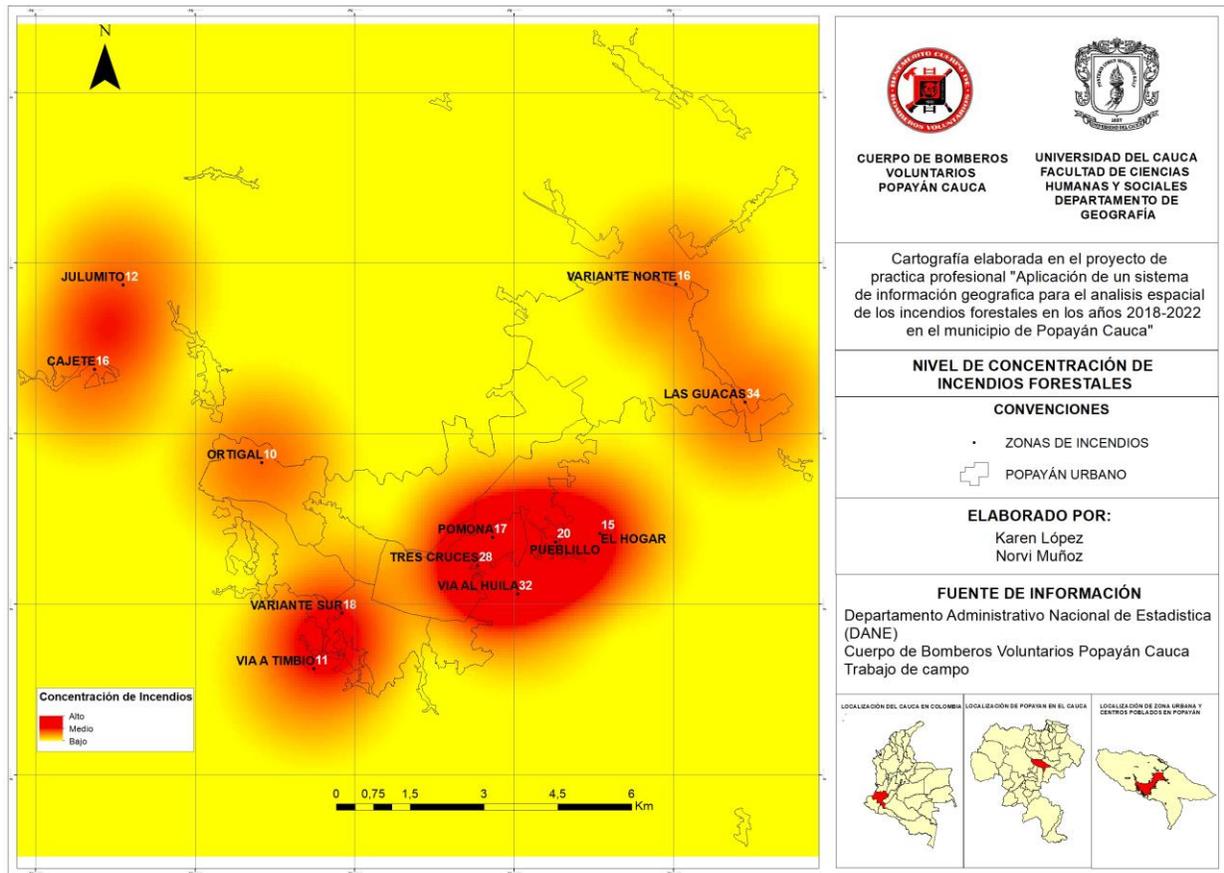


Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6.2. Densidad de Kernel

La densidad de Kernel proporciona una representación visual clara y concisa de los puntos recurrentes de incendios forestales en un área específica, también, ayuda a identificar las zonas de alta concentración de incendios y a entender mejor los patrones espaciales asociados a este fenómeno.

Mapa N°4: Nivel de concentración de incendios forestales



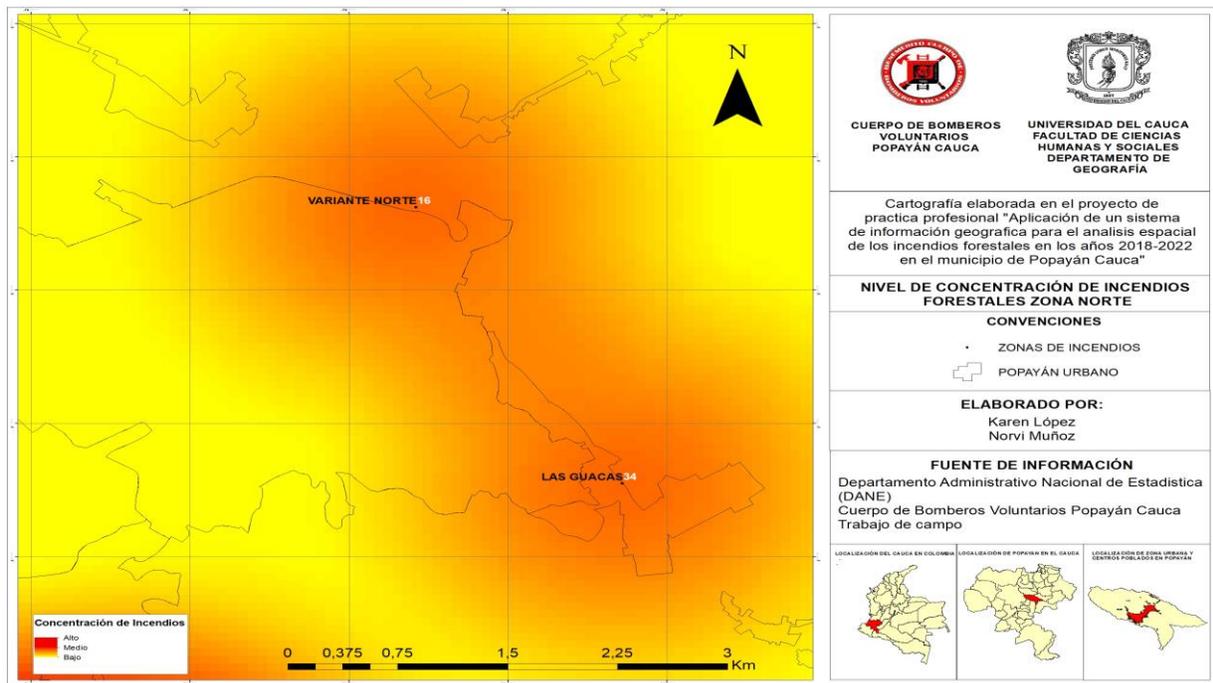
Elaborado por: Grupo de trabajo

Las áreas del mapa que presentan una mayor densidad de puntos de incendios forestales se representan con el color más intenso, mientras que las áreas con menor densidad se muestran con color más suave. Esta sucesión de colores permite identificar visualmente las áreas de alta, media y baja concentración de emergencias proporcionando una visión general de las zonas con más

concentración de incendios forestales durante el periodo estudiado. Las áreas donde se observa una densidad de Kernel más alta indican la presencia de puntos recurrentes de incendios forestales, lo que sugiere que estas áreas son más susceptibles a estos eventos. Estos puntos pueden estar relacionados con factores como la vegetación, el clima, la topografía y la actividad humana.

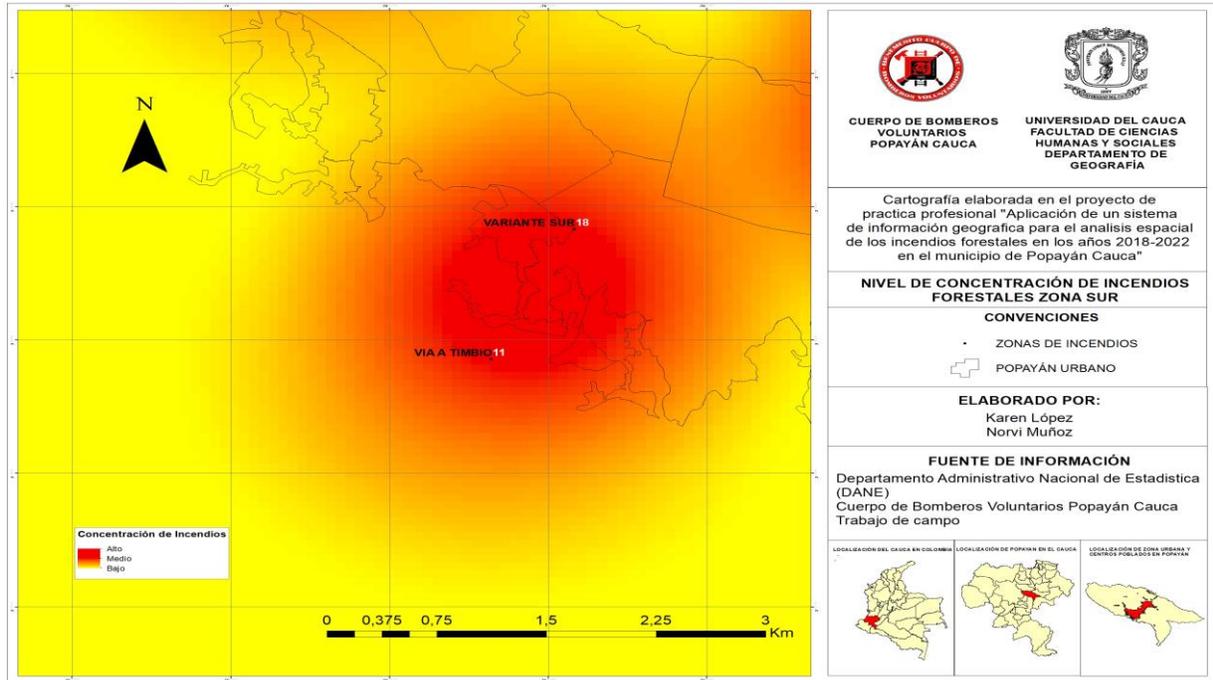
De acuerdo con lo anterior, se destaca en el mapa N°4 que la mayor concentración de puntos de incendios se localiza al oriente del área de estudio no solo por la cercanía de zonas principales, sino también de sus respectivas recurrencias; este sector está comprendido por: Pueblillo (15), El Hogar (28), Pomona (32), Vía al Huila (20) y Cerro Tres Cruces (15). Por otro lado, las concentraciones medias se desarrollan en torno a la zona Sur: Variante Sur (18), Vía Timbío (11) y al Occidente con influencia de las zonas de Cajete (16) y Julumito (12). Finalmente, las zonas con menor concentración de incendios se muestran hacia el Norte: Las Guacas (34) y Variante Norte (16) y al Occidente en la zona de El Ortigal (10).

Ventana de observación N°9: Densidad de Kernel Zona Norte



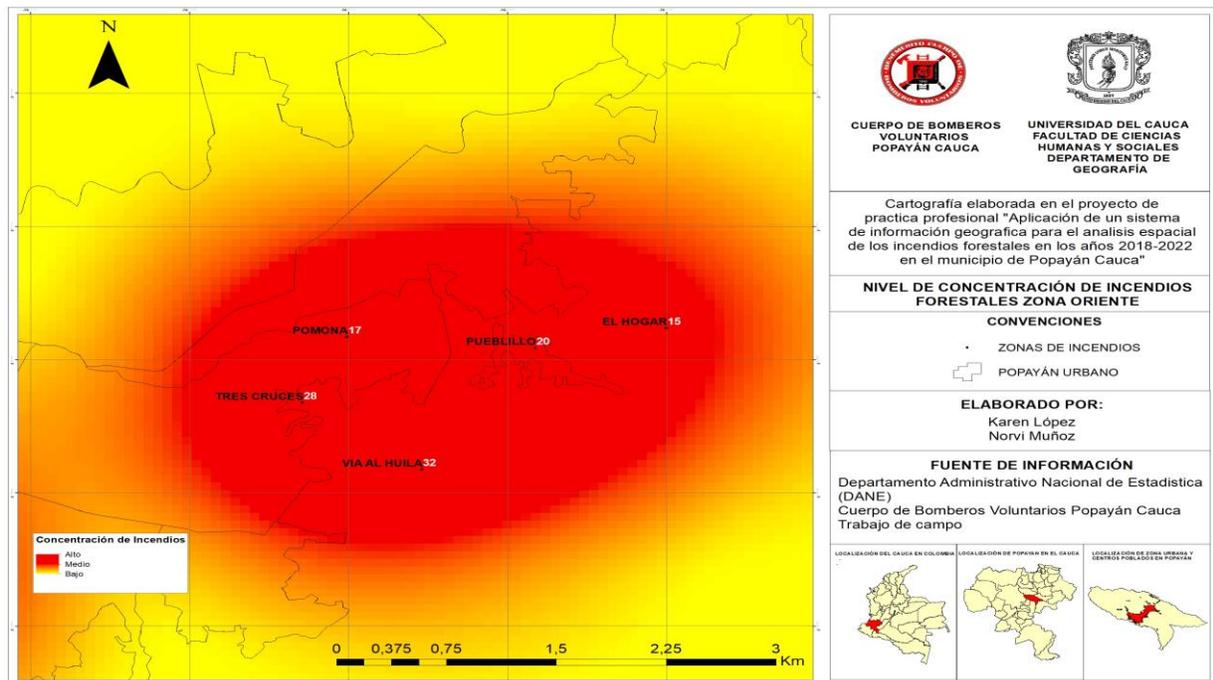
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°10: Densidad de Kernel Zona Sur



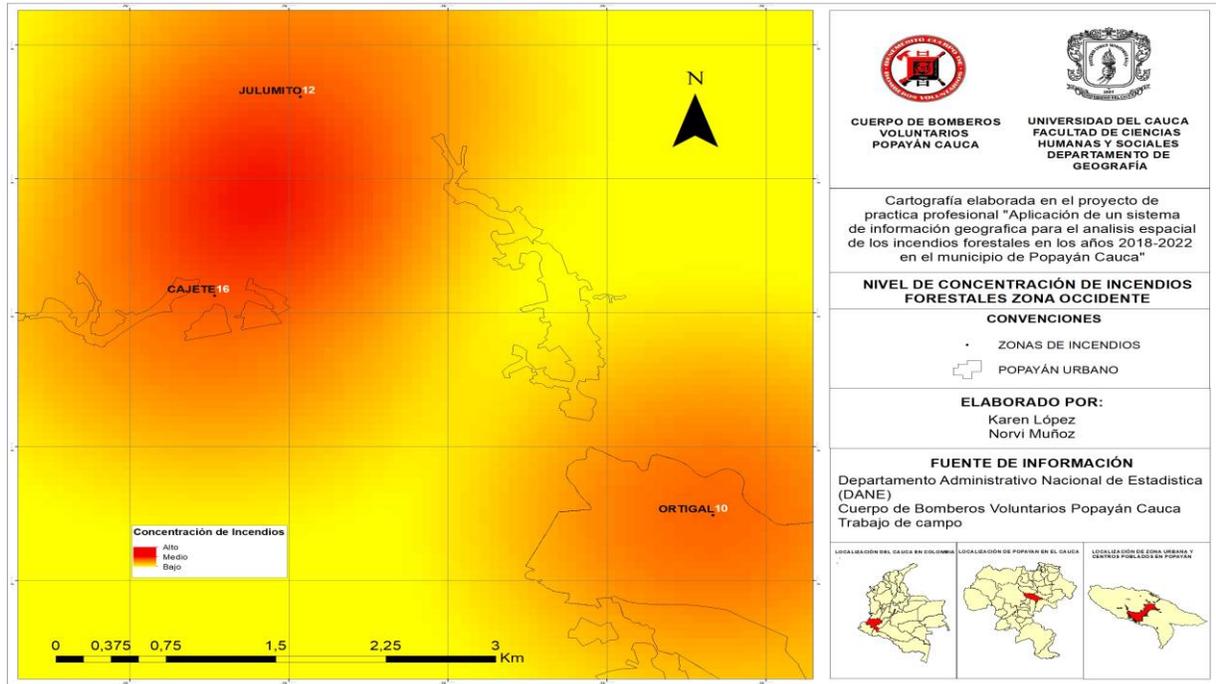
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°11: Densidad de Kernel Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°12: Densidad de Kernel Zona Occidente

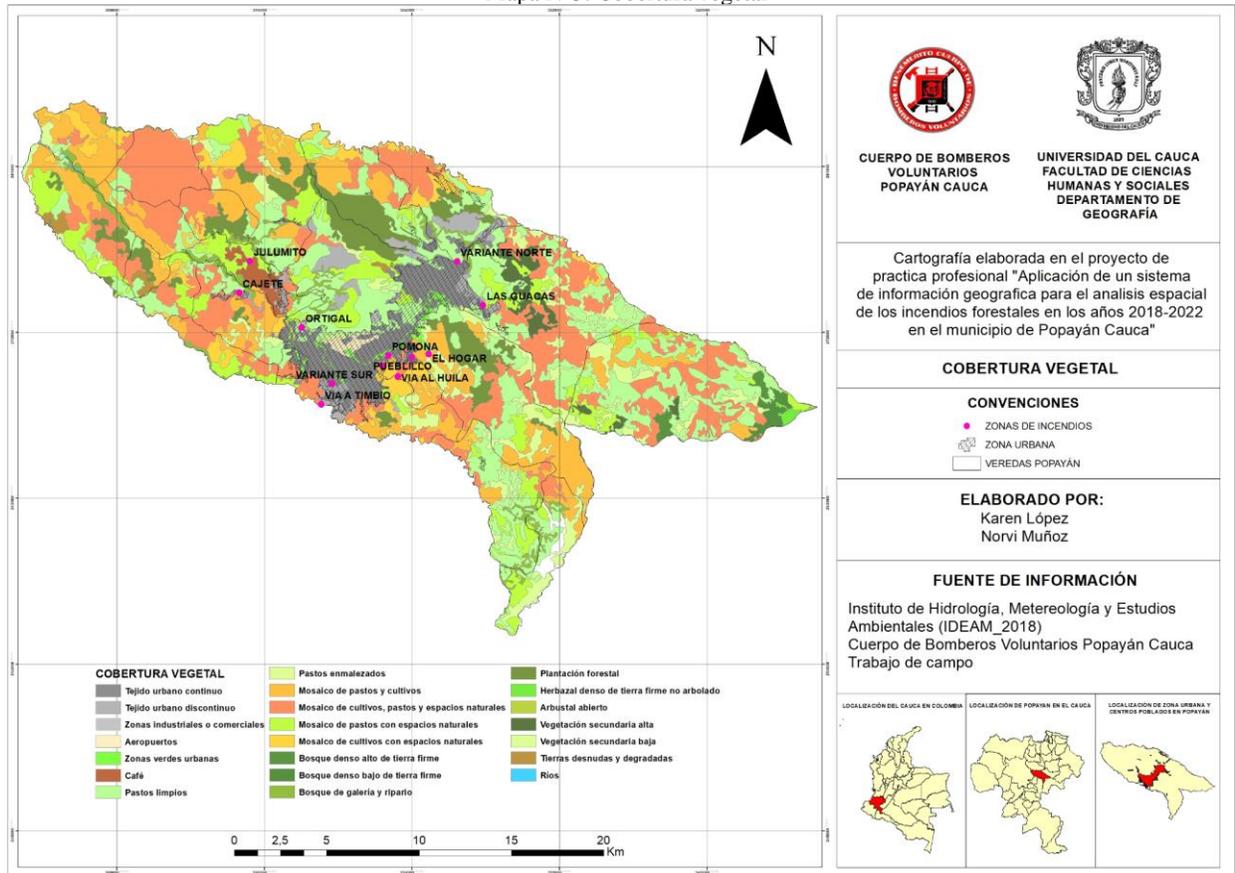


Elaborado por: Grupo de trabajo

### 6.3. Cobertura Vegetal

El mapa de cobertura vegetal (IDEAM, 2018) con la sobreposición de la capa de las zonas principales de incendios forestales proporciona una visión clara del tipo de cobertura vegetal afectada por los eventos.

Mapa N°5: Cobertura vegetal

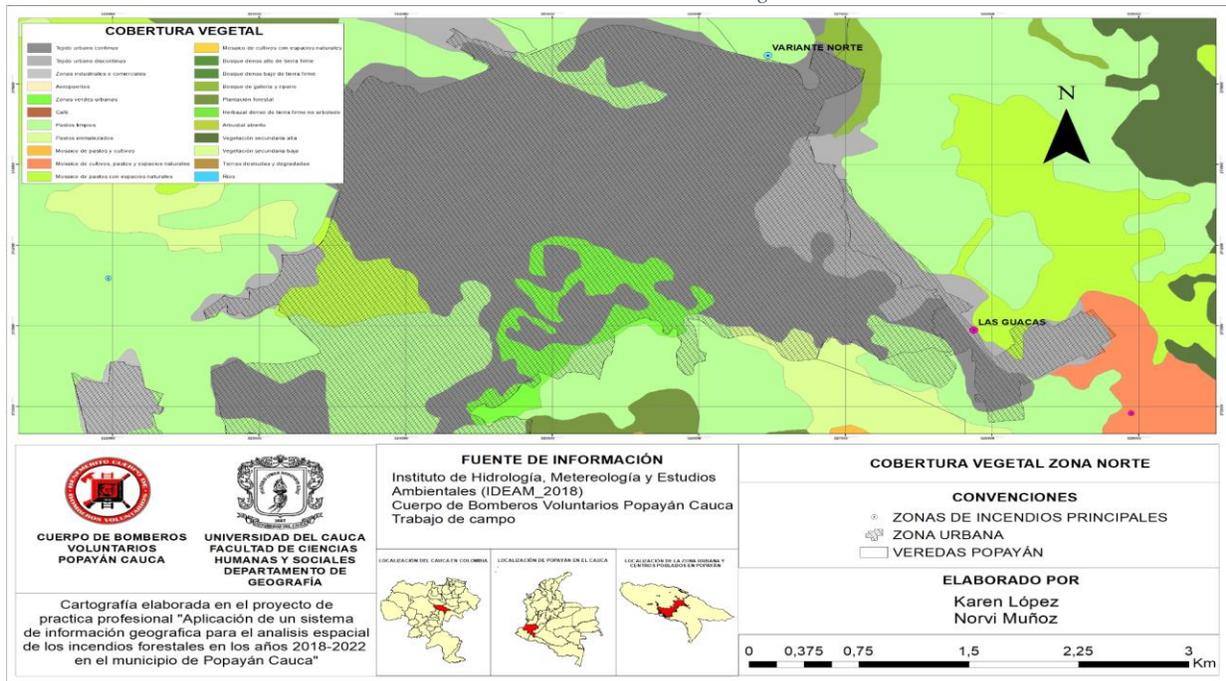


Elaborado por: Grupo de trabajo

El mapa N°5, se centra en 12 zonas que tienen una alta recurrencia de incendios forestales. En cinco de estas zonas: Tres Cruces, Vía al Huila, Pueblillo, El Hogar y Pomona se destaca la presencia de incendios que ocurren sobre una cobertura vegetal de mosaico de cultivos, zonas boscosas y pastos, por lo tanto, los espacios naturales también se ven afectados. Los incendios que se propagan en esta zona representan un riesgo significativo para la producción agrícola y la conservación del entorno natural.

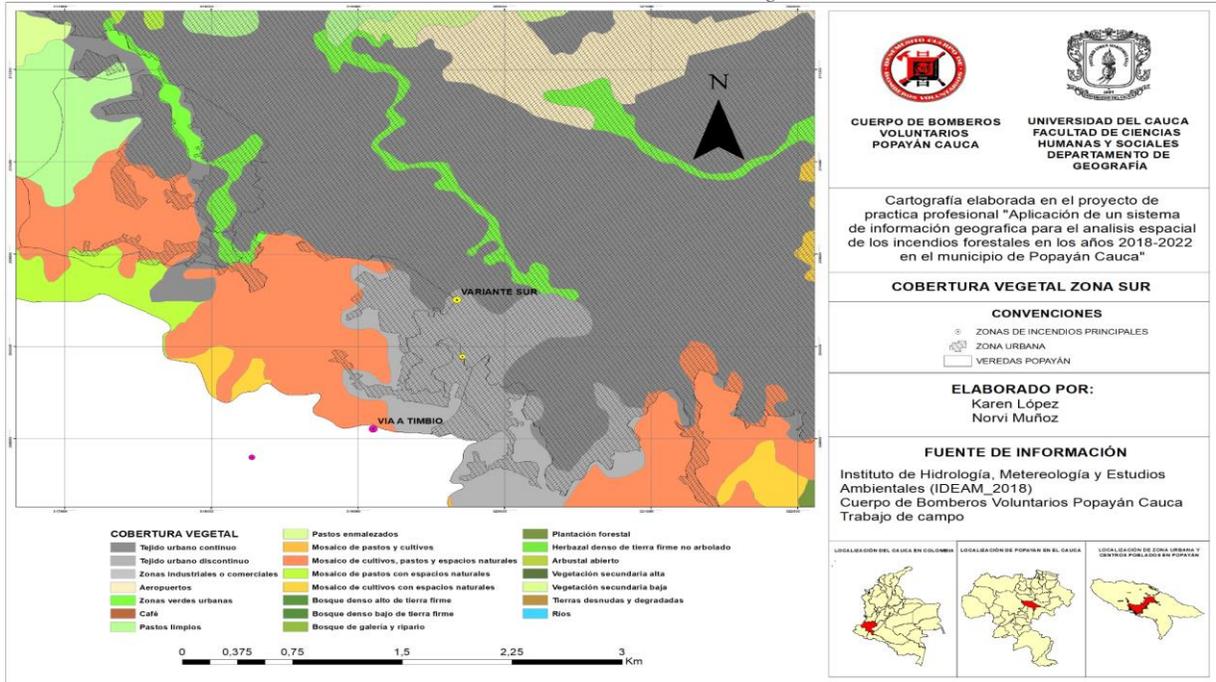
Por otro lado, las zonas restantes: Julumito, Cajete, El Ortigal, Variante Norte, Variante Sur, Vía a Timbío y Las Guacas, se caracterizan por la presencia de incendios sobre una cobertura vegetal tipo mosaico de pastos y cultivos de café. Según el mapa de cobertura vegetal, se puede observar que la zona de Julumito presenta un área extensa de cultivo de café y de mosaicos de pastos y cultivos varios con espacios naturales como lo son las plantaciones forestales, seguido de esto se presentan las 6 zonas que poseen características similares en cuanto a su cobertura, ya que, todas cuentan con mosaico de cultivos, pastos limpios y enmalezados con espacios naturales con una pequeña zona boscosa densa y alta. En general estas áreas muestran una combinación de plantaciones de café, pastizales y otras formas de vegetación, lo que indica una actividad agrícola activa. Los incendios que ocurren en esta zona representan un riesgo para las plantaciones de café y pueden tener un impacto significativo en la economía local.

Ventana de observación N°13: Cobertura vegetal Zona Norte



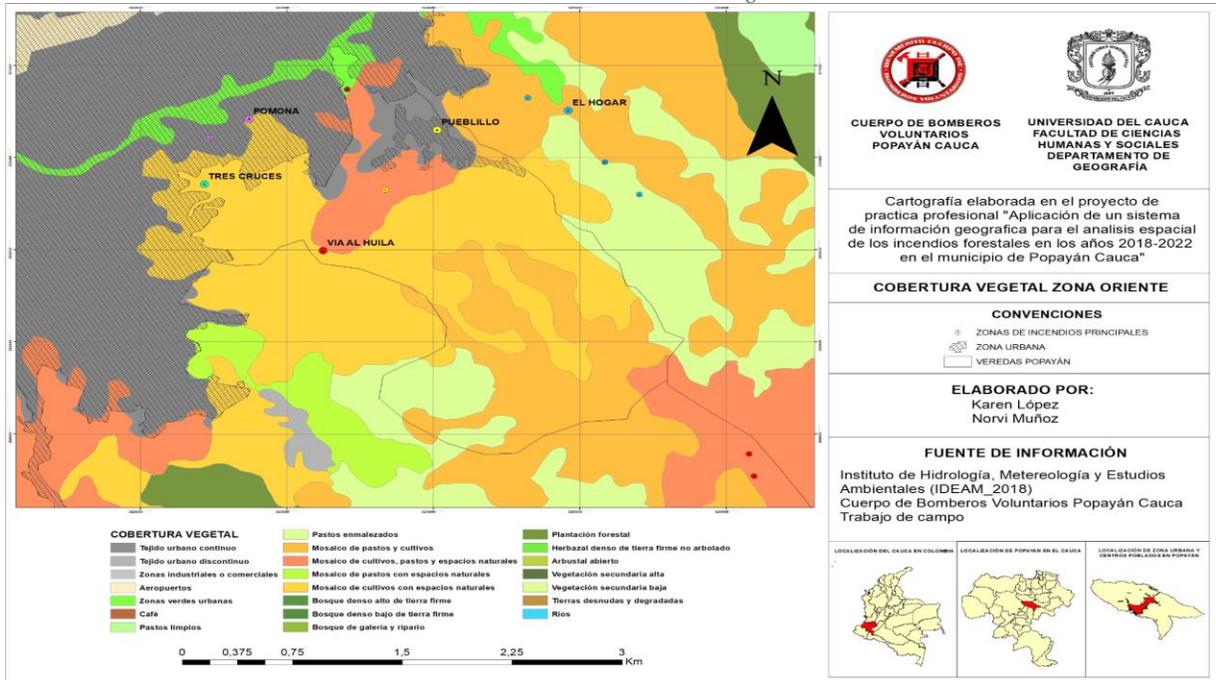
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°14: Cobertura vegetal Zona Sur



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°15: Cobertura vegetal Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

**CUERPO DE BOMBEROS  
VOLUNTARIOS  
POPAYÁN CAUCA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
HUMANAS Y SOCIALES  
DEPARTAMENTO DE  
GEOGRAFÍA**

Cartografía elaborada en el proyecto de practica profesional "Aplicación de un sistema de información geografica para el analisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca"

**COBERTURA VEGETAL ZONA SUR**

**CONVENCIONES**

- ⊙ ZONAS DE INCENDIOS PRINCIPALES
- ▭ ZONA URBANA
- ▭ VEREDAS POPAYÁN

**ELABORADO POR:**  
Karen López  
Norvi Muñoz

**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM\_2018)  
Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca  
Trabajo de campo

LOCALIZACIÓN DEL CAUCA EN COLOMBIA

LOCALIZACIÓN DE POPAYÁN EN EL CAUCA

LOCALIZACIÓN DE ZONA URBANA Y CENTROS PUEBLOS EN POPAYÁN

**CUERPO DE BOMBEROS  
VOLUNTARIOS  
POPAYÁN CAUCA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
HUMANAS Y SOCIALES  
DEPARTAMENTO DE  
GEOGRAFÍA**

Cartografía elaborada en el proyecto de practica profesional "Aplicación de un sistema de información geografica para el analisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca"

**COBERTURA VEGETAL ZONA ORIENTE**

**CONVENCIONES**

- ⊙ ZONAS DE INCENDIOS PRINCIPALES
- ▭ ZONA URBANA
- ▭ VEREDAS POPAYÁN

**ELABORADO POR:**  
Karen López  
Norvi Muñoz

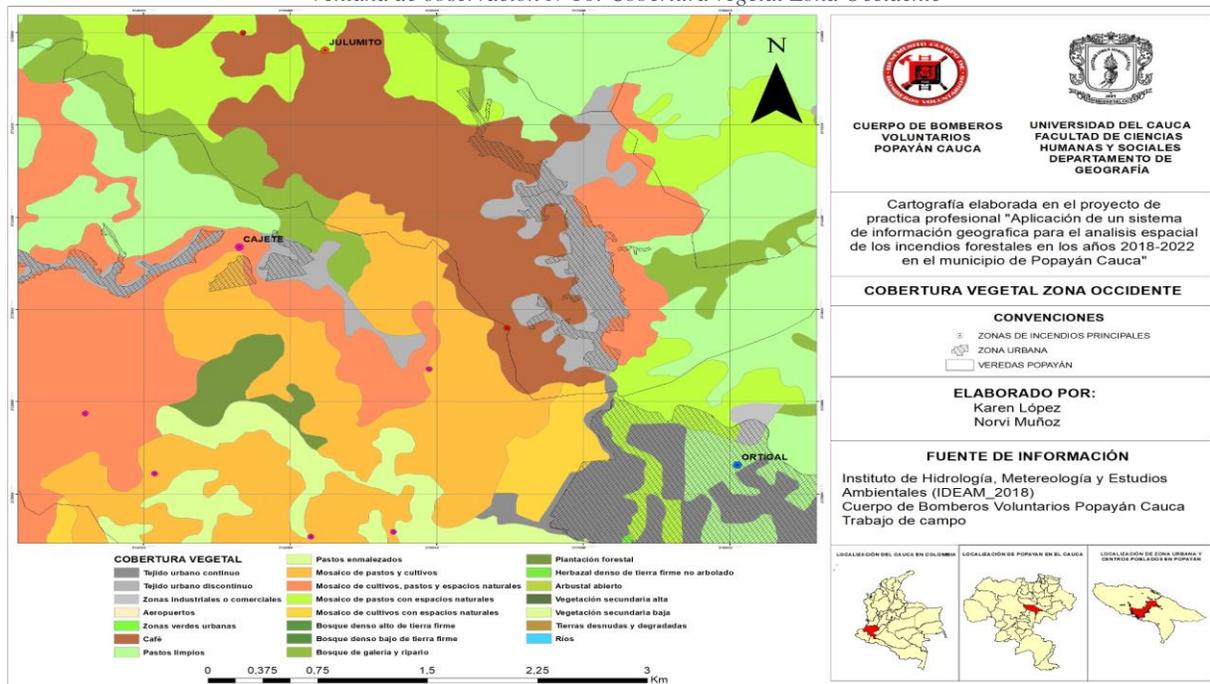
**FUENTE DE INFORMACIÓN**  
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM\_2018)  
Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca  
Trabajo de campo

LOCALIZACIÓN DEL CAUCA EN COLOMBIA

LOCALIZACIÓN DE POPAYÁN EN EL CAUCA

LOCALIZACIÓN DE ZONA URBANA Y CENTROS PUEBLOS EN POPAYÁN

Ventana de observación N°16: Cobertura vegetal Zona Occidente

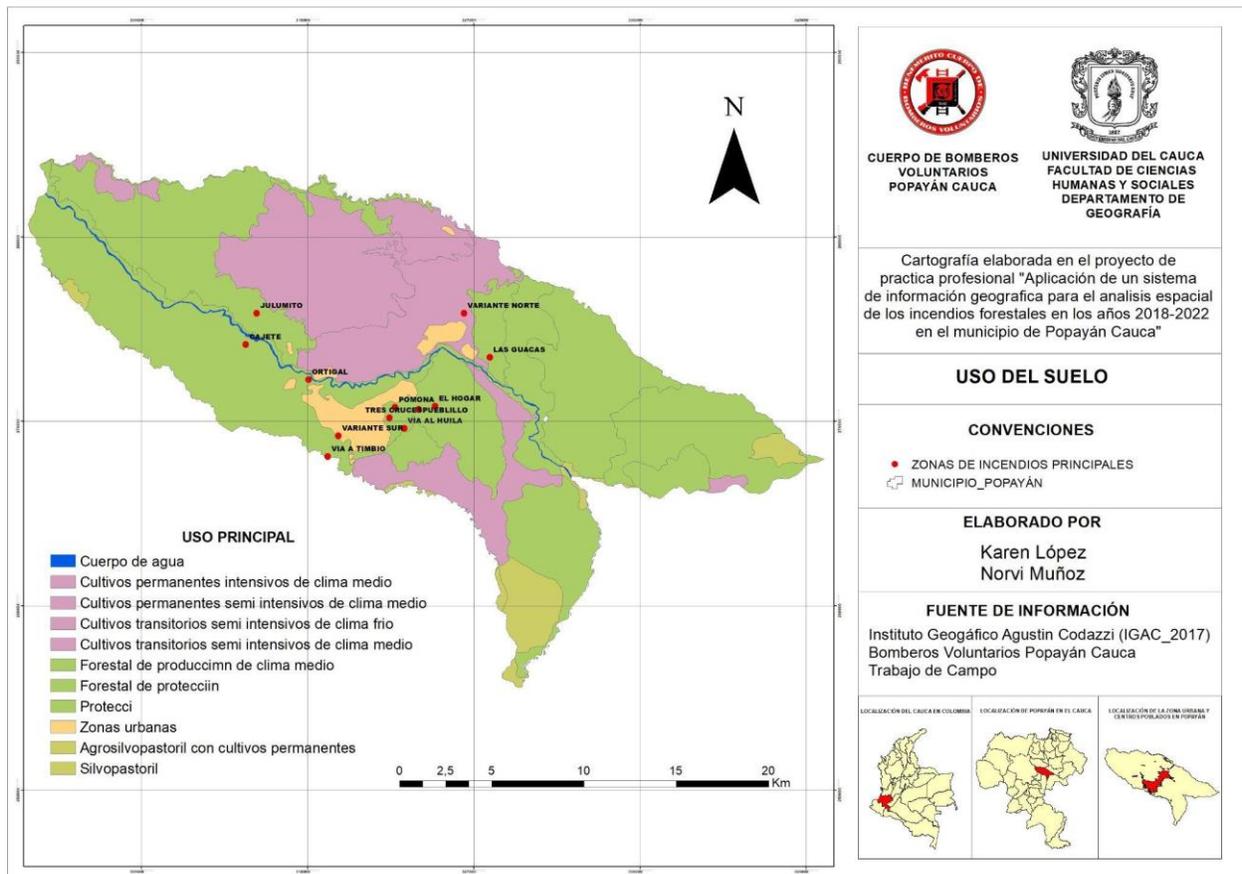


Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6.4. Uso de Suelos

El mapa se ha creado considerando cinco tipos principales de uso de suelo: agrícola, agroforestal, forestal, zona urbana y cuerpo de agua, (IGAC, 2017). El objetivo de este mapa es proporcionar información importante sobre la distribución de los incendios forestales en relación con los distintos tipos de uso de suelos presentes en la zona estudiada.

Mapa N°6: Uso del suelo



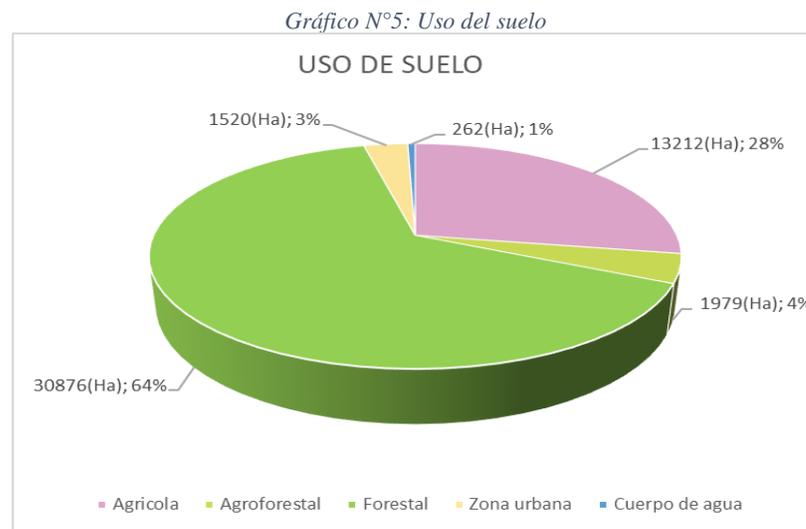
*Elaborado por: Grupo de trabajo*

En primer lugar, la mayoría del área del mapa está designada como uso forestal, lo que indica la presencia de bosques y áreas naturales importantes. Estas zonas forestales son de vital importancia para la conservación de la biodiversidad y juegan un papel importante en la protección de los ecosistemas. Dentro de este tipo de uso del suelo se ubican las zonas de Las Guacas, Julumito, Cajete, El Hogar, Vía al Huila, Tres Cruces, Vía a Timbío, Pomona, Pueblillo y El

Ortugal; estos últimos con mayor influencia de la zona urbana donde la dinámica de expansión urbana cada vez va invadiendo este territorio. Además de las áreas forestales, el mapa muestra áreas agrícolas donde se llevan a cabo actividades para diversidad de cultivos. Estas áreas comprenden la zona de la Variante Norte, las cuales pueden estar dedicadas a la producción de alimentos o a la ganadería, y su presencia indica la relación hombre naturaleza en la región.

También se pueden identificar áreas agroforestales, que combinan elementos de agricultura y bosques. Estas áreas pueden ser utilizadas para prácticas sostenibles de agricultura, como la agrosilvicultura, donde se trabajan cultivos y árboles en la misma área para aprovechar los beneficios ambientales y económicos de ambos. Muestra, además, uso de suelo urbano cuya zona es representada por la Variante Sur, que representa áreas pobladas con infraestructuras urbanas, viviendas, comercios, y otros elementos propios de un entorno urbano. Estas áreas son importantes para el desarrollo humano, pero también pueden tener un impacto en el entorno natural que la rodea.

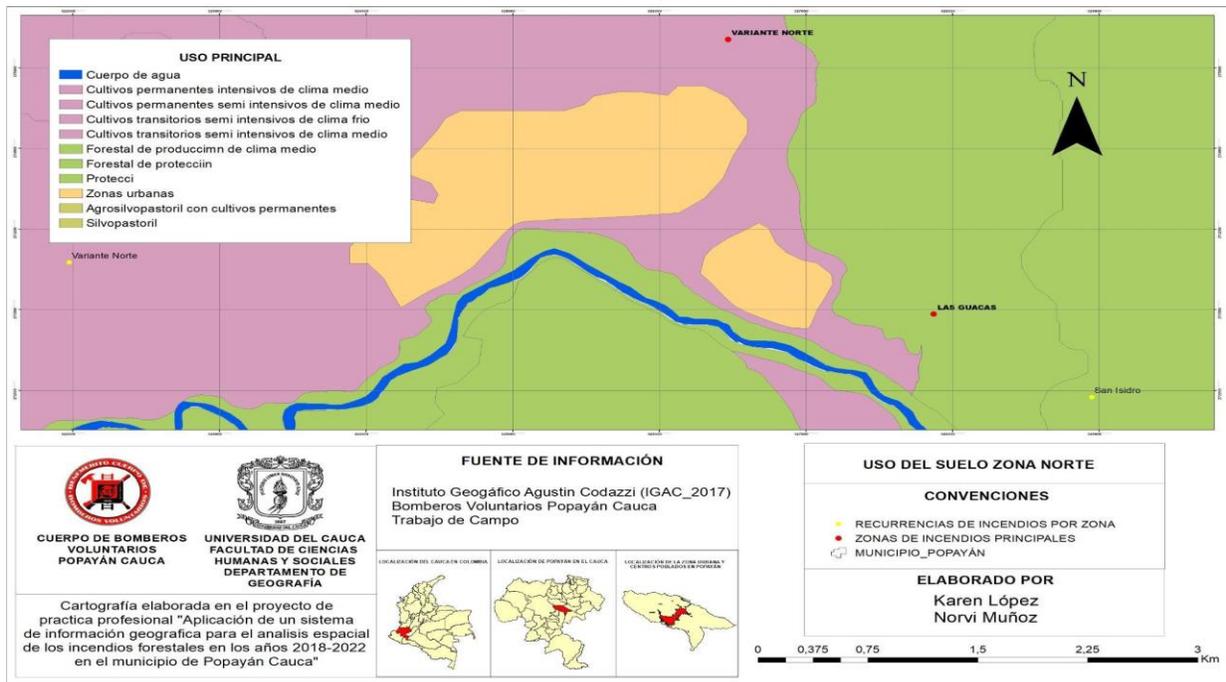
Finalmente, la presencia de cuerpos de agua indica la biodiversidad acuática y diversidad ecosistémica.



Elaborado por: Grupo de trabajo

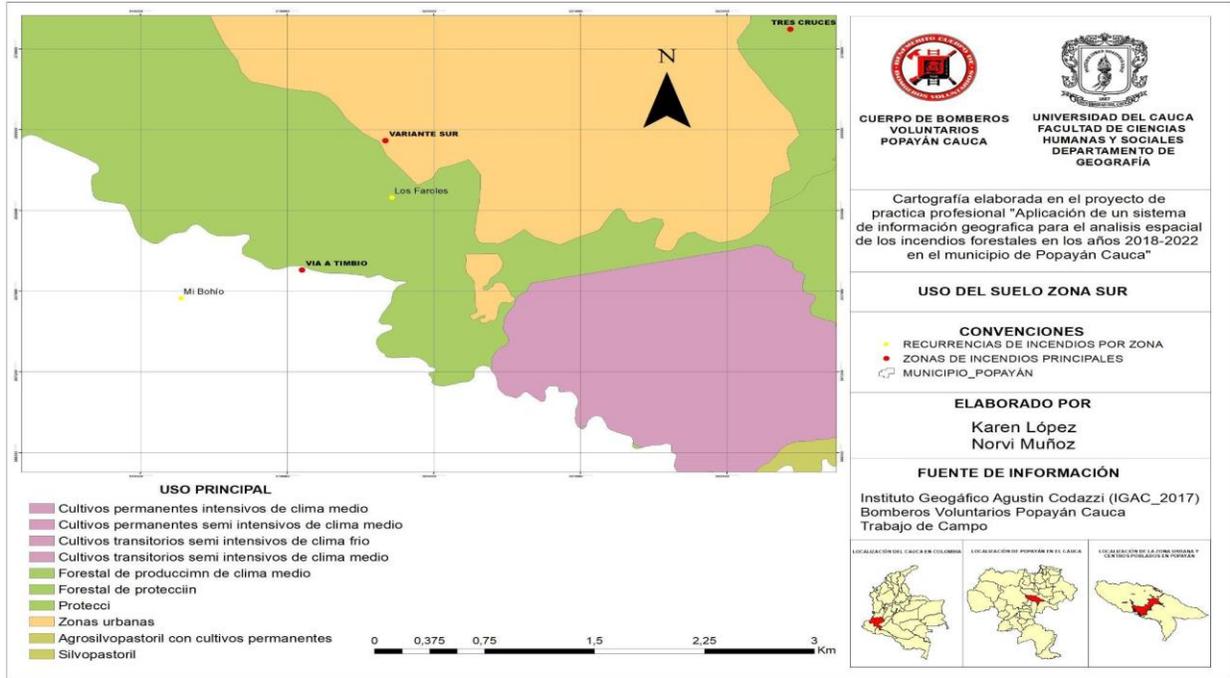
En el gráfico N°5, se puede observar que la mayor cantidad de incendios forestales ocurridos durante el periodo estudiado se presentaron sobre 2 usos importantes que tienen una alta influencia sobre el municipio: el primero es de tipo forestal con un área total de 30876 Ha que equivale a un 64% del municipio; otra clase importante afectada es de uso agrícola con un total de 13212 Ha, representado en el 28% del área total municipal.

Ventana de observación N°17: Uso del suelo Zona Norte



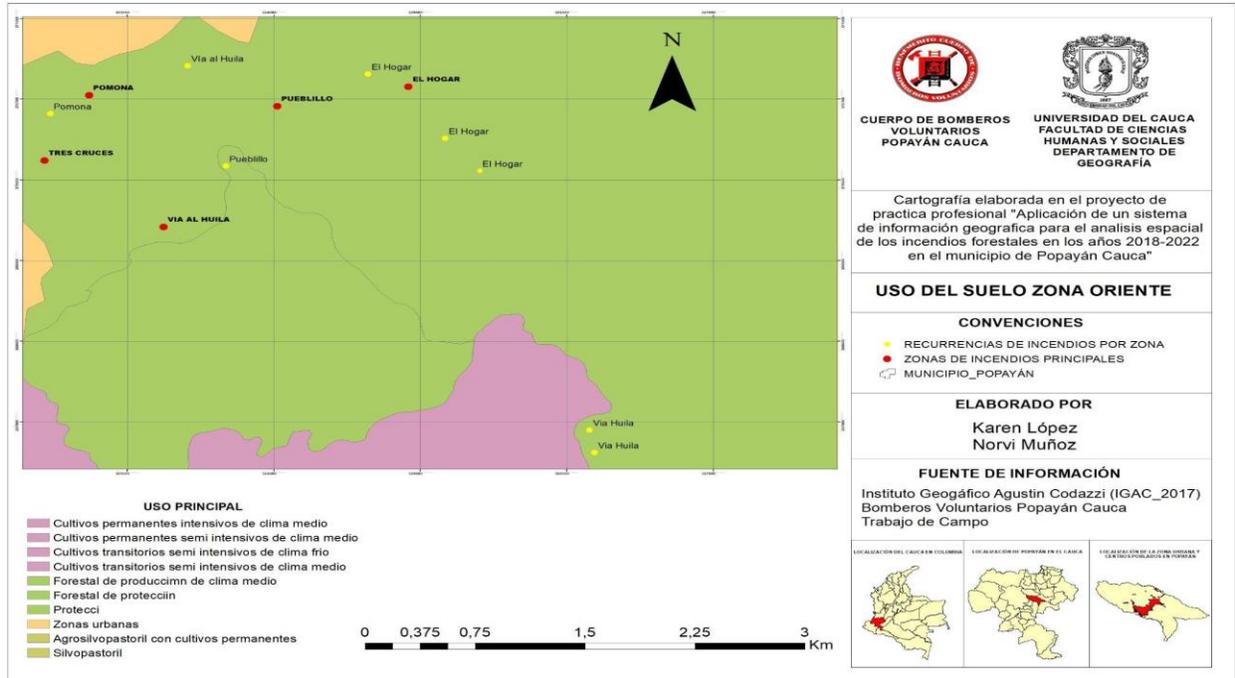
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°18: Uso del suelo Zona Sur



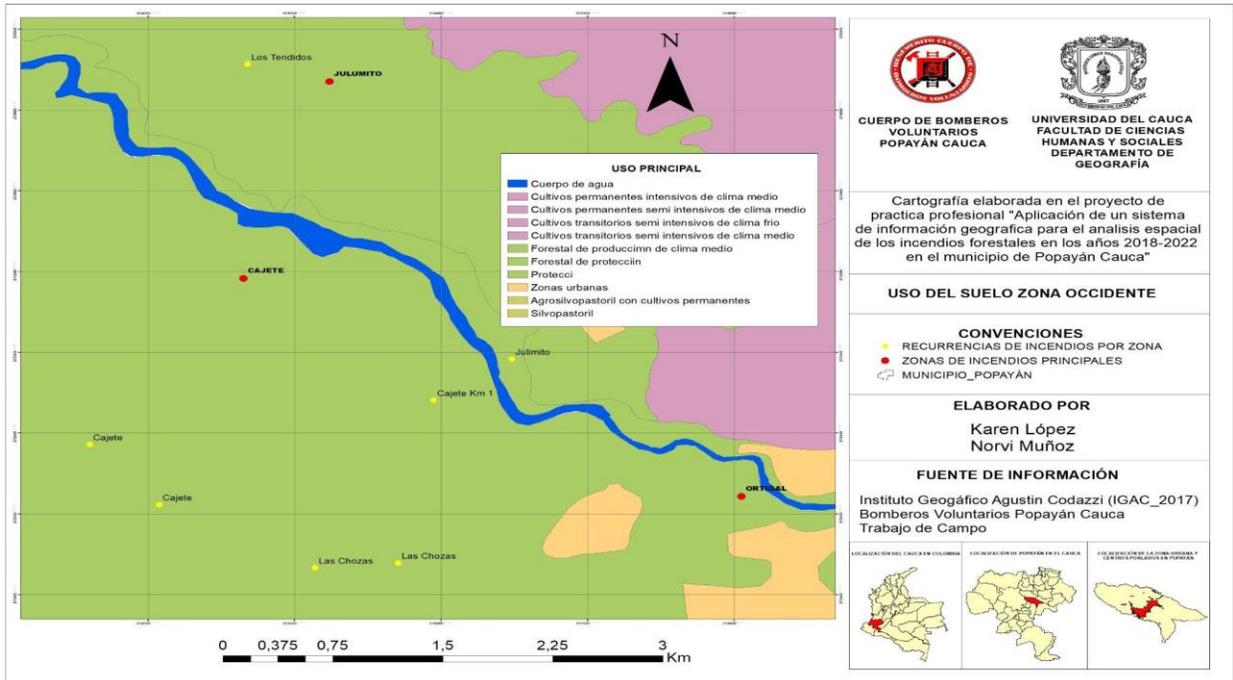
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°19: Uso del suelo Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°20: Uso del suelo Zona Occidente

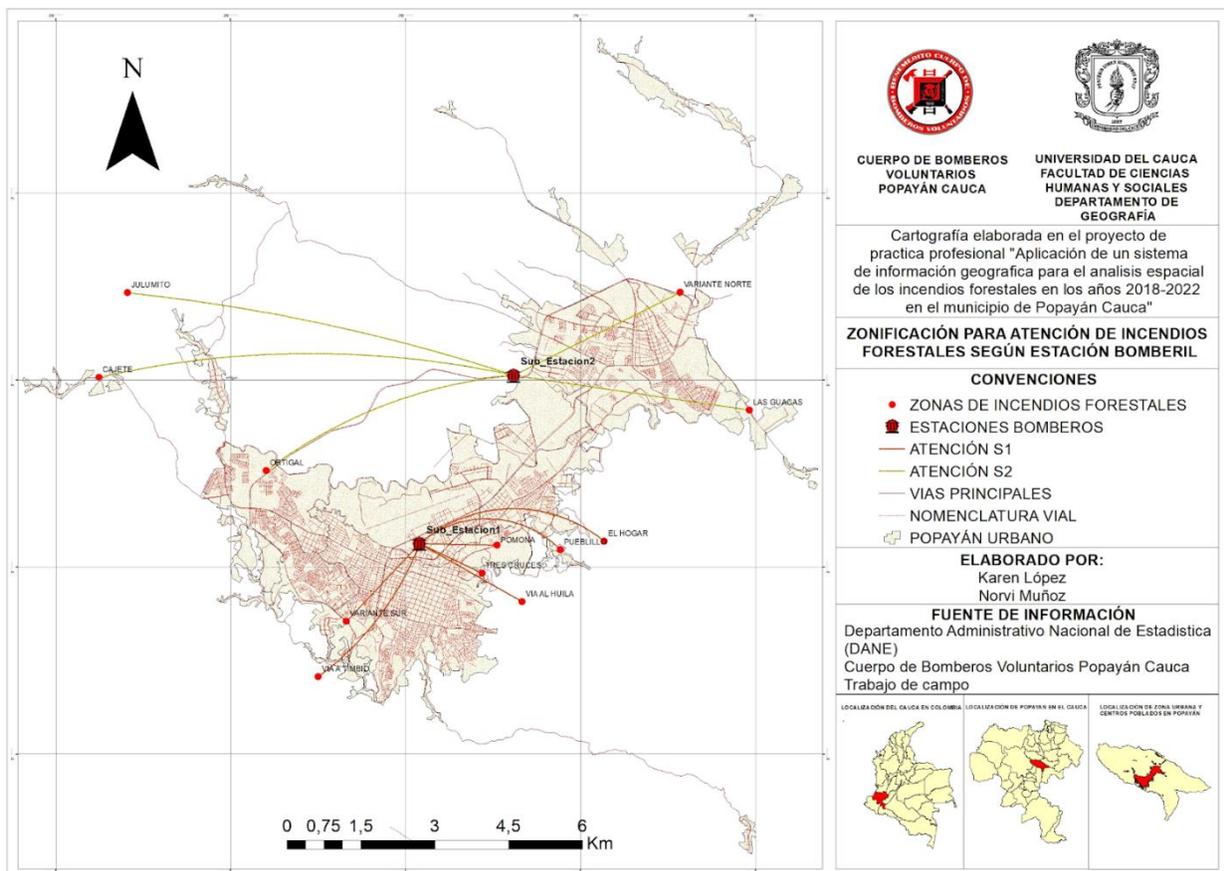


Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6.5. Zonificación de Atención a Emergencias por Incendios Forestales por Estación

El mapa N°7 muestra la ubicación de dos estaciones de bomberos, denominadas Sub\_Estación 1 y Sub\_Estación 2, así como la ubicación de 12 zonas principales de ocurrencia de incendios forestales en el área de estudio. Las 12 zonas de ocurrencia de incendios forestales se distribuyen en el perímetro urbano y se encuentran identificadas por nombres, tales como Variante Norte, Las Guacas, El Ortigal, Julumito, y Cajete, entre otras.

Mapa N°7: Zonificación para la atención de incendios forestales según estación



Elaborado por: Grupo de trabajo

La temática muestra claramente cómo se divide la responsabilidad de atención entre las dos estaciones de bomberos. Por ejemplo, las zonas Variante Norte, Las Guacas, El Ortigal, Julumito y Cajete son responsabilidad a la hora de la atención a emergencias de la Sub\_Estación 2, mientras que, El Hogar, Pueblillo, Pomona, Cerro Tres Cruces, Vía al Huila, Variante Sur y Vía

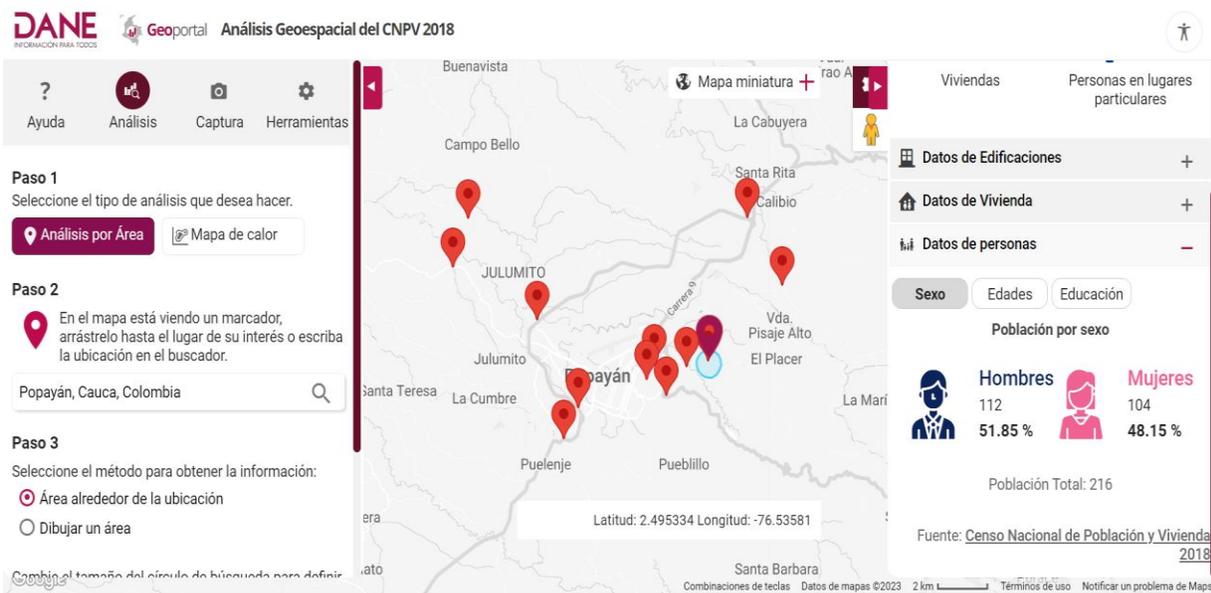
Timbío son atendidas por la Sub\_Estación 1. Cabe aclarar que la estación norte (Sub\_Estación 2) entra en funcionamiento aproximadamente en el mes de junio del año 2023, se hizo oportuna realizar la clasificación de las 12 zonas más afectadas contando con las 2 estaciones para su respectiva atención en la actualidad.

Para facilitar la movilidad y respuesta rápida, el mapa muestra las principales vías de acceso que conectan cada estación de bomberos con las zonas de incendios forestales que les corresponden permitiendo a los equipos de bomberos llegar más fácilmente a las áreas afectadas. Este mapa es una herramienta valiosa para la planificación y gestión de incendios forestales en la región, permitiendo una respuesta coordinada y efectiva de los equipos de bomberos las 2 Sub\_Estaciones en caso de emergencias.

## 6.6. Población Afectada con un Área de Influencia de 500 Metros Alrededor de Cada Zona Principal de Incendios Forestales

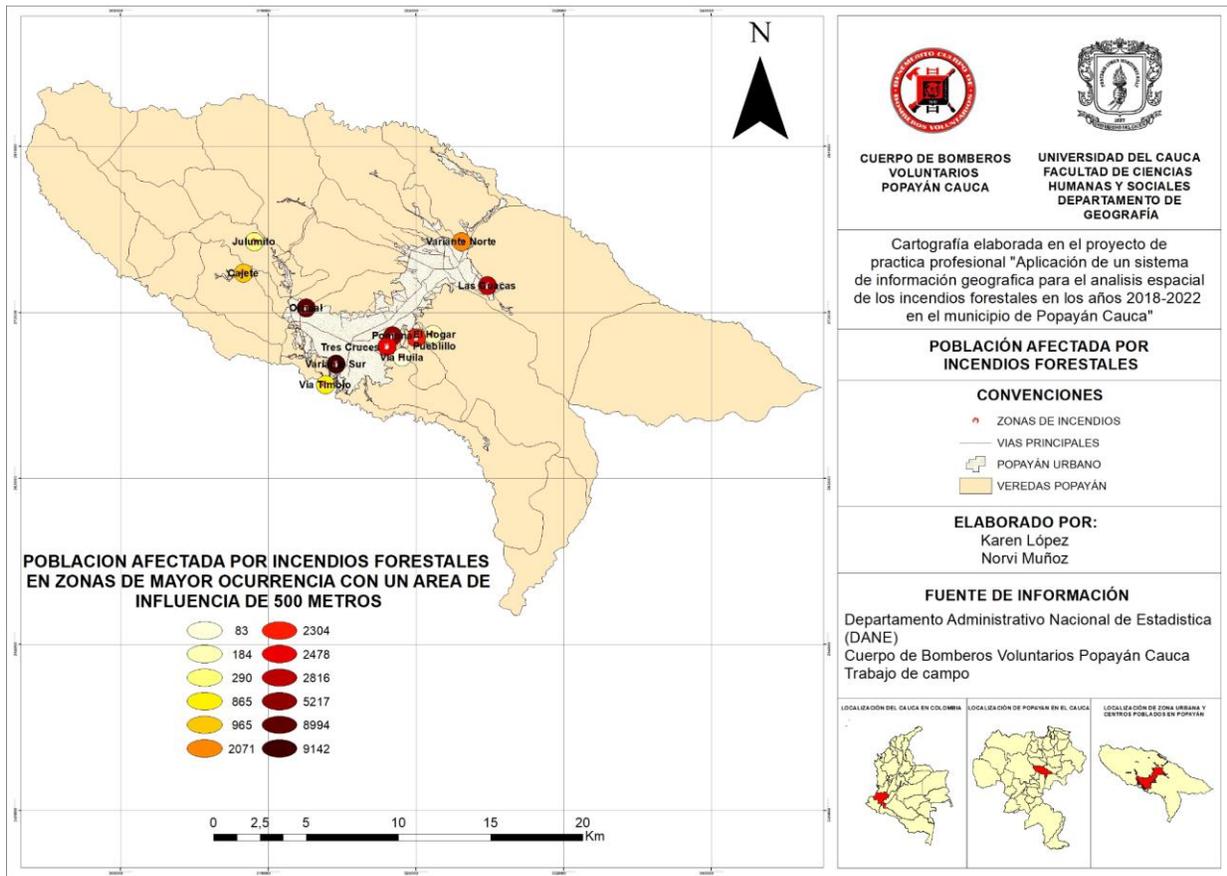
Es fundamental conocer la población que se ha visto posiblemente afectada en las zonas de mayor ocurrencia de incendios forestales, por esta razón, se recurre a la plataforma de geovisores del DANE, para calcular un aproximado de la población que se encuentra ubicada sobre el área de influencia de los incendios utilizando un radio de 500 metros para cada una de las 12 zonas.

Imagen 5. Análisis poblacional por zona principal de incendios



Fuente: DANE, 2018

Mapa N°8: Población afectada por incendios forestales



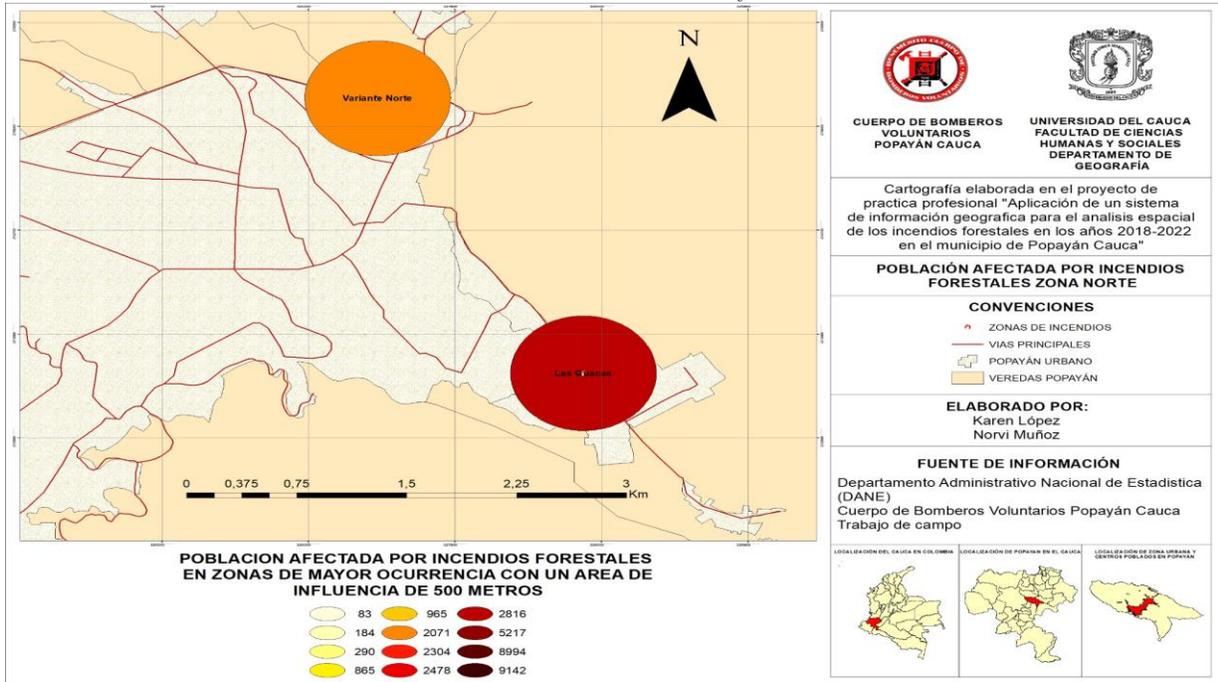
Elaborado por: Grupo de trabajo

El mapa muestra las 12 zonas principales de incendios forestales y su área de influencia de 500 metros a partir de cada zona. Cada zona está asociada con un número que representa la cantidad de personas afectadas por los incendios forestales en esa área. La población afectada incluye a las personas que viven dentro de los 500 metros de cada zona y que han sido posiblemente impactadas por el fuego y sus consecuencias. En el mapa se puede ver que la población más afectada por los incendios forestales se encuentra sobre la zona de la Variante Sur con un total de 9142 personas afectadas dentro del radio anteriormente mencionado. Esta zona ha experimentado un alto impacto en términos de población afectada debido a los incendios forestales en su área de influencia, pues es uno de los sectores que ha incrementado rápidamente su número de habitantes.

Por otro lado, la zona menos afectada es Vía al Huila con 83 personas afectadas, lo que significa un menor impacto en comparación con otras áreas, ya que es una de las zonas donde predomina la vegetación y cultivos en mayor proporción contando dentro de su área con pocos habitantes. Es importante destacar que estas cifras poblacionales pueden estar sujetas a cambios, ya que la situación de los incendios forestales es dinámica.

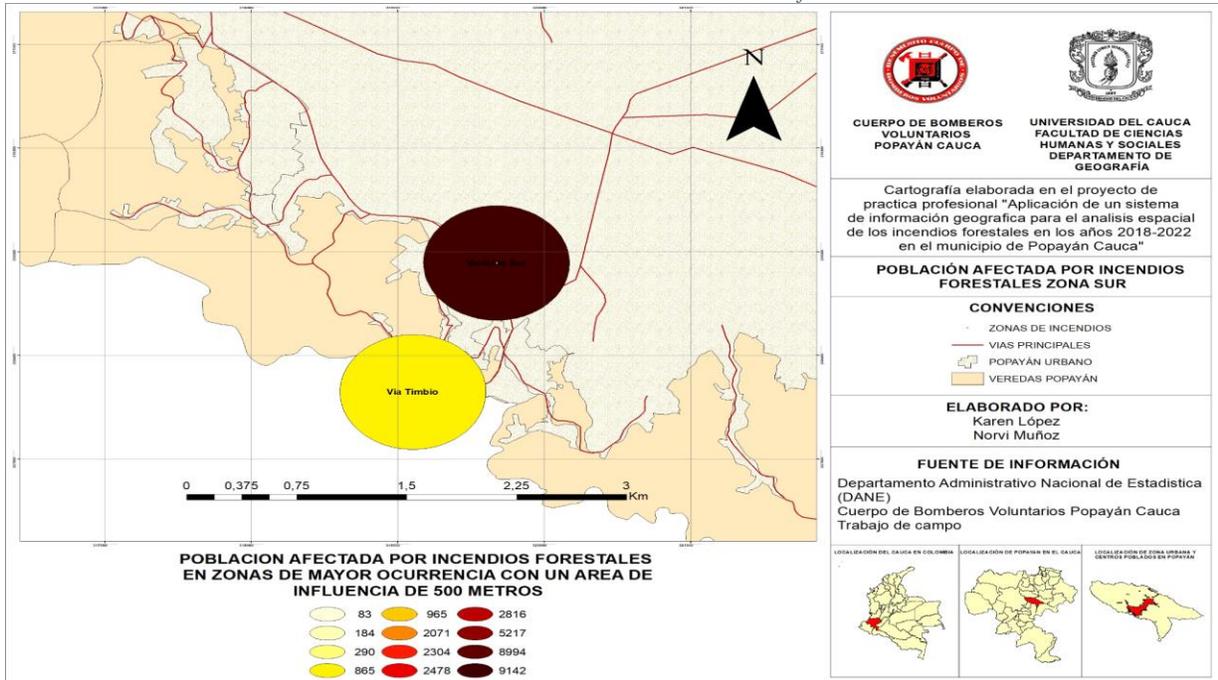
Por otro lado, la representación geográfica refleja la cantidad de habitantes afectados por cada sector. En primer lugar, se encuentran los sectores del Oriente, Occidente y Sur como los más afectados por la propagación de los incendios, con una alarmante cifra de 10.266, 10.249, 10.007 habitantes vulnerables respectivamente; estos residentes enfrentan mayores riesgos para su seguridad, salud y bienestar debido a la proximidad del fuego y los efectos secundarios del humo y contaminación. Finalmente, en el sector del Norte, se identifica el menor número de habitantes afectados por los incendios con un aproximado de 4.887 personas vulnerables, aunque la magnitud de la población es menor en comparación con otros sectores, no se debe pasar por alto la importancia de proteger a estas personas y proporcionarles los recursos necesarios para enfrentar las emergencias.

Ventana de observación N°21: Población afectada Zona Norte



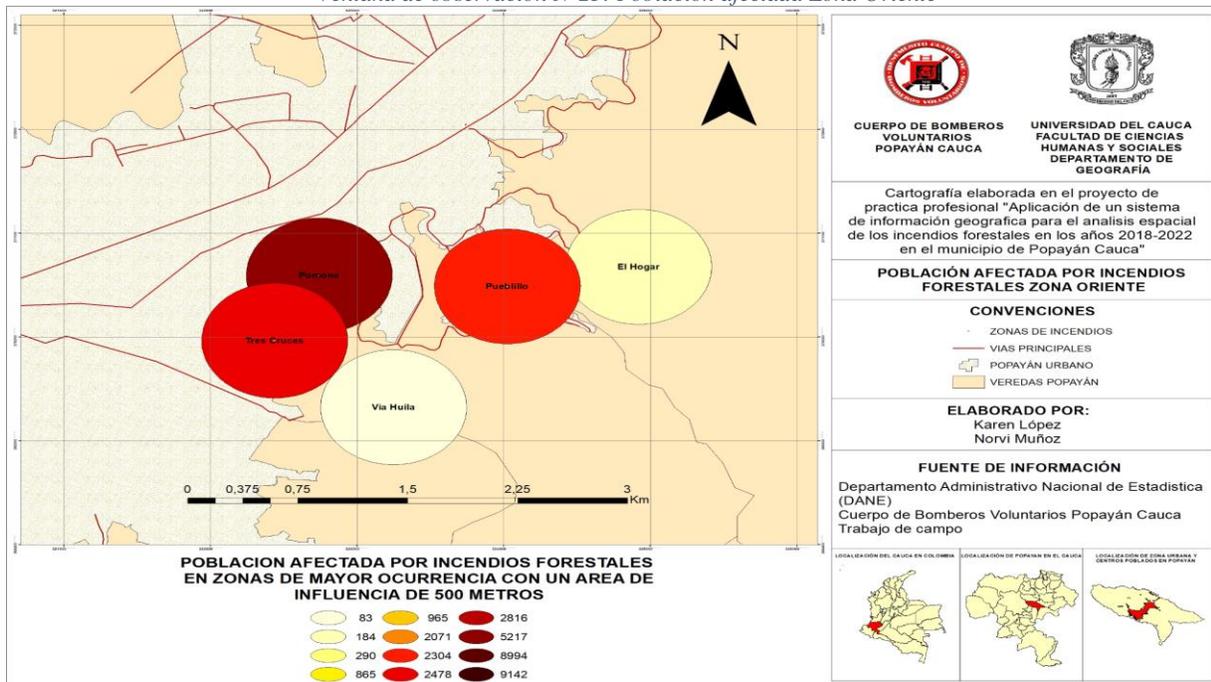
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°22: Población afectada Zona Sur



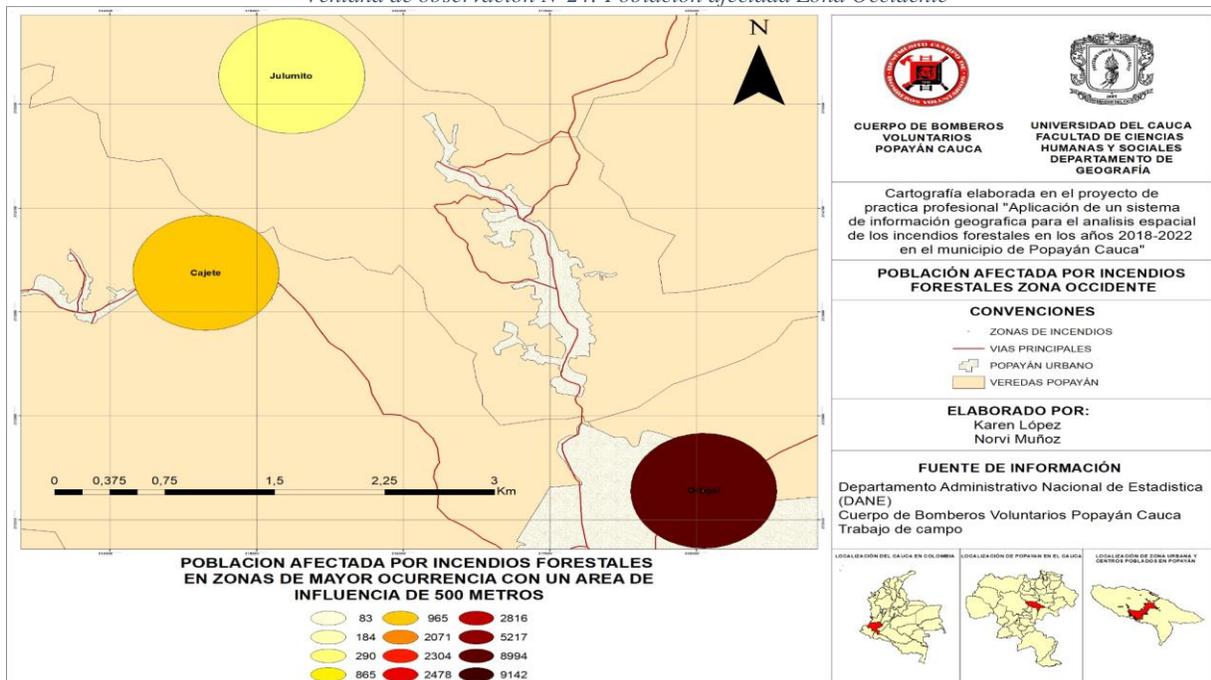
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°23: Población afectada Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°24: Población afectada Zona Occidente



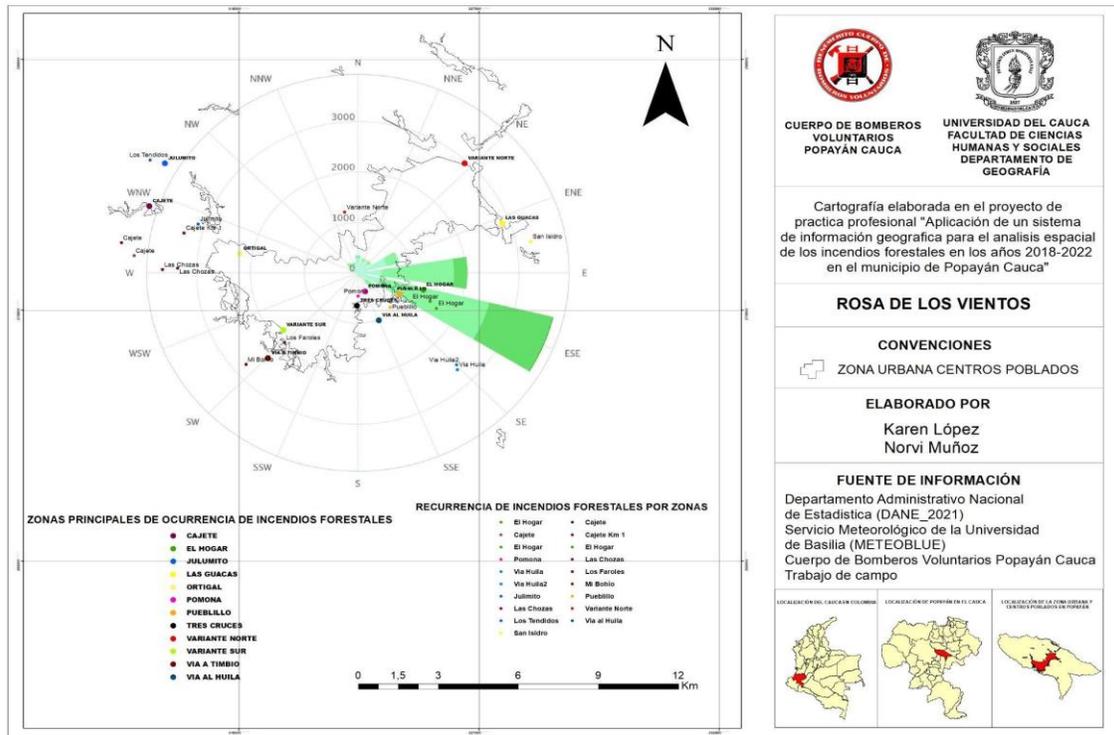
Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6.7. Rosa de los Vientos

El mapa de rosa de los vientos cuenta con una capa que muestra 12 zonas de incendios; esta rosa de vientos es una herramienta útil para analizar la propagación de los incendios en relación con la dirección del viento predominante en Popayán y la dirección del humo.

Para la elaboración de la temática, se tomaron datos muy generales de la plataforma METEOBLUE, la cual facilita información sobre la dirección del viento para Popayán Cauca; este servicio meteorológico facilito la descarga la imagen de rosa de los vientos la cual se insertó en la ventana de ArcGIS; posteriormente se sobrepusieron las capas de zona urbana y centros poblados y zonas principales de incendios y recurrencias.

Mapa N°9: Rosa de los vientos



Elaborado por: Grupo de trabajo

De acuerdo con el mapa de Rosa de los Vientos y según la Plataforma METEOBLUE, la dirección del viento para Popayán es del Oeste hacia el Este, con mayor intensidad desde el Oeste-Noroeste hacia el Sur-Este este; si el viento sopla desde el Oeste hacia el Este, el humo generado por los incendios tenderá a moverse en la misma dirección que el viento, es decir, desde el Oeste al Este. Esto significa que las áreas al Este del municipio pueden percibir una mayor concentración de humo.

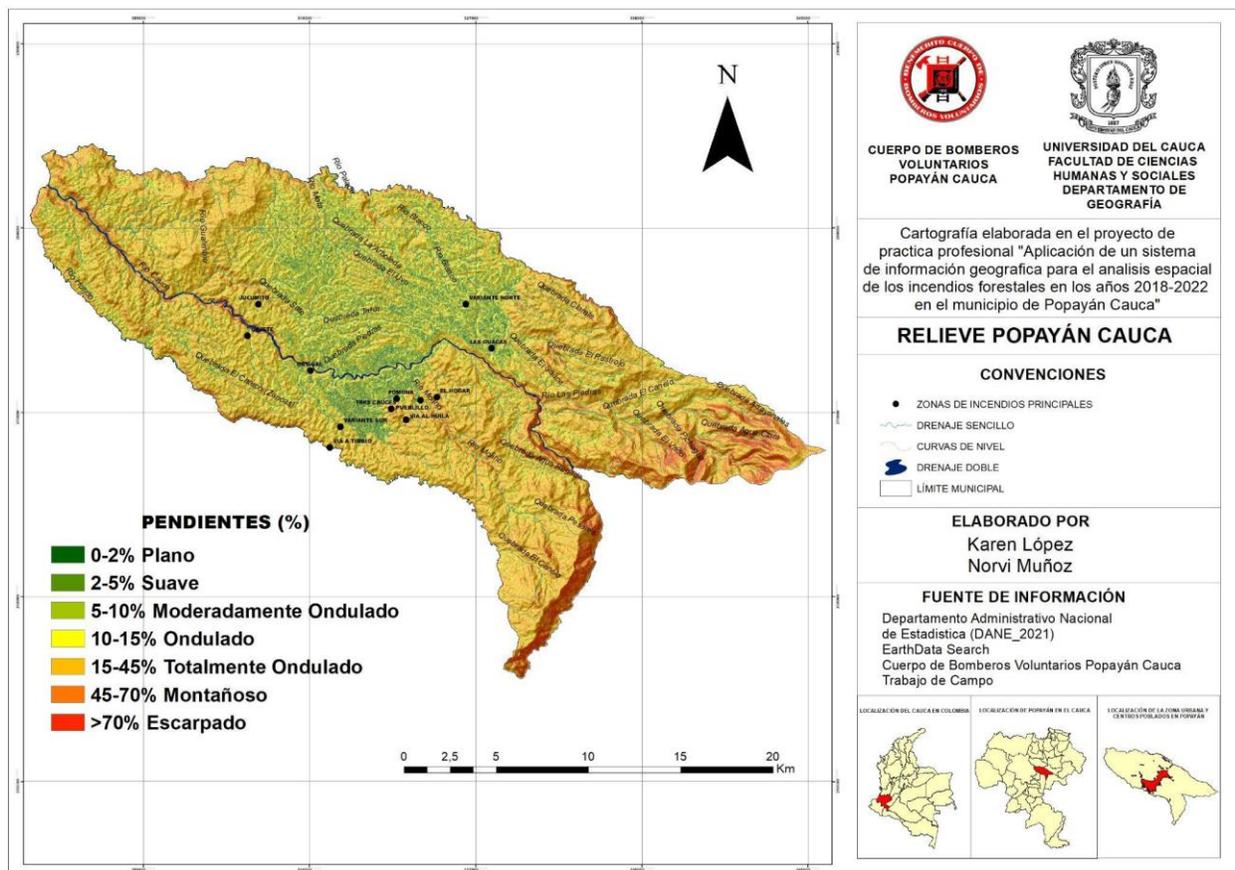
El viento predominante en Popayán lleva el humo y el fuego desde el sector Occidente hacia el Oriente. Esto implica que, al presentarse incendios en áreas como Julumito, Cajete y El Ortigal, el humo resultante no solo se distribuirá en los lugares del hecho sino también tienen el potencial de propagar humo y fuego hacia el oriente, afectando a la infraestructura, flora, fauna y de acuerdo con el mapa N°8 de población se podría decir que, aproximadamente se vería afectadas 10.266 habitantes.

Cabe destacar que el comportamiento real de los incendios forestales y la dirección del humo pueden verse afectados por numerosos factores, incluyendo cambios en la velocidad y dirección del viento, cambios en las condiciones climáticas, intervención humana para combatir los incendios, combustibles disponibles (vegetación seca, matorrales, etc.), la humedad del suelo, la temperatura, la presencia de barreras naturales (ríos, lagos, carreteras), la densidad de población y las infraestructuras cercanas. Es importante recalcar que al trabajar con factores climáticos y meteorológicos no hay exactitud en los datos ya que, son variables que están en continuo cambio.

## 6.8. Relieve

El mapa de relieve con la capa de zonas principales de incendios forestales superpuestas muestra la distribución de diferentes tipos de terrenos inclinados (pendientes). Las pendientes se han clasificado en siete categorías: planas, suaves, moderadamente onduladas, onduladas, totalmente onduladas, montañosas y escarpadas, cada una representando diferentes grados de inclinación del terreno.

Mapa N°10: Relieve, Popayán Cauca



Elaborado por: Grupo de trabajo

En primer lugar, se puede observar que las pendientes planas ocupan una parte significativa del sector Norte, donde se encuentran los incendios forestales de Variante Norte y Las Guacas.

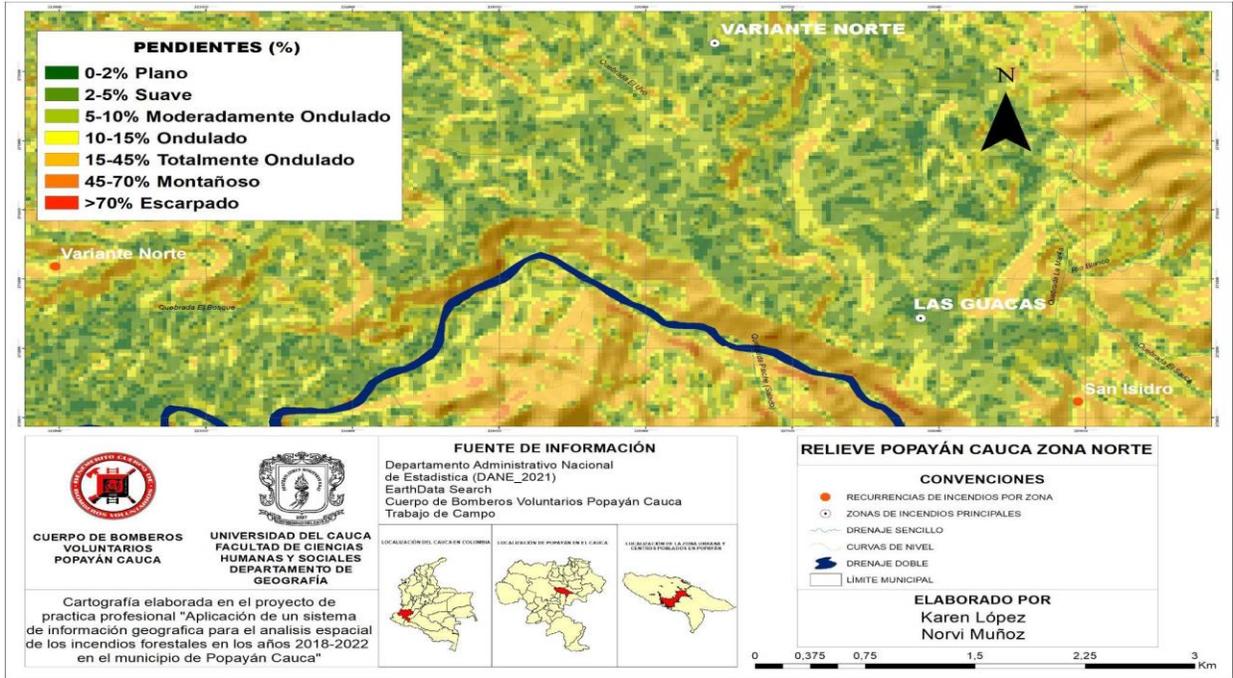
Estas pendientes proporcionan condiciones más favorables para la propagación de los incendios debido a la facilidad de acceso y mayor acumulación de material combustible.

En cuanto a la zona oriente (El Hogar, Pueblillo, Pomona, Vía al Huila y Cerro Tres Cruces), la mayoría de los incendios se han registrado en terrenos ondulados, totalmente ondulados, montañosos y escarpados. Lo anterior plantea que la topografía de esta zona favorece la ocurrencia de incendios, dado que, las pendientes de este sector facilitan la propagación del fuego debido a dos factores importantes: por un lado, son pendientes con abundante cobertura vegetal (combustible forestal) y por el otro, es una zona de gran actividad agrícola sobre las mismas. De acuerdo con la información del mapa N°9 (Rosa de los Vientos) los vientos predominantes para Popayán van en dirección Oeste hacia el Este, por lo tanto, las pendientes de la zona Oriente se van a ver afectadas por la dinámica de esta variable meteorológica, lo que ocasiona que el fuego tienda a moverse más rápido y con mayor intensidad.

En la zona occidental, los incendios forestales se concentran en pendientes tipo ondulado, totalmente ondulado y montañoso. Específicamente, los incendios de Cajete y Julumito se encuentran en terrenos ondulados, totalmente ondulados, montañosos y escarpados, lo que puede conllevar a la rápida propagación del fuego y dificultad para su extinción. También hay una pequeña porción de pendientes planas donde se localizan los incendios de Ortigal. Por último, la zona Sur muestra los incendios que se encuentran principalmente en pendientes onduladas, totalmente onduladas y montañosas.

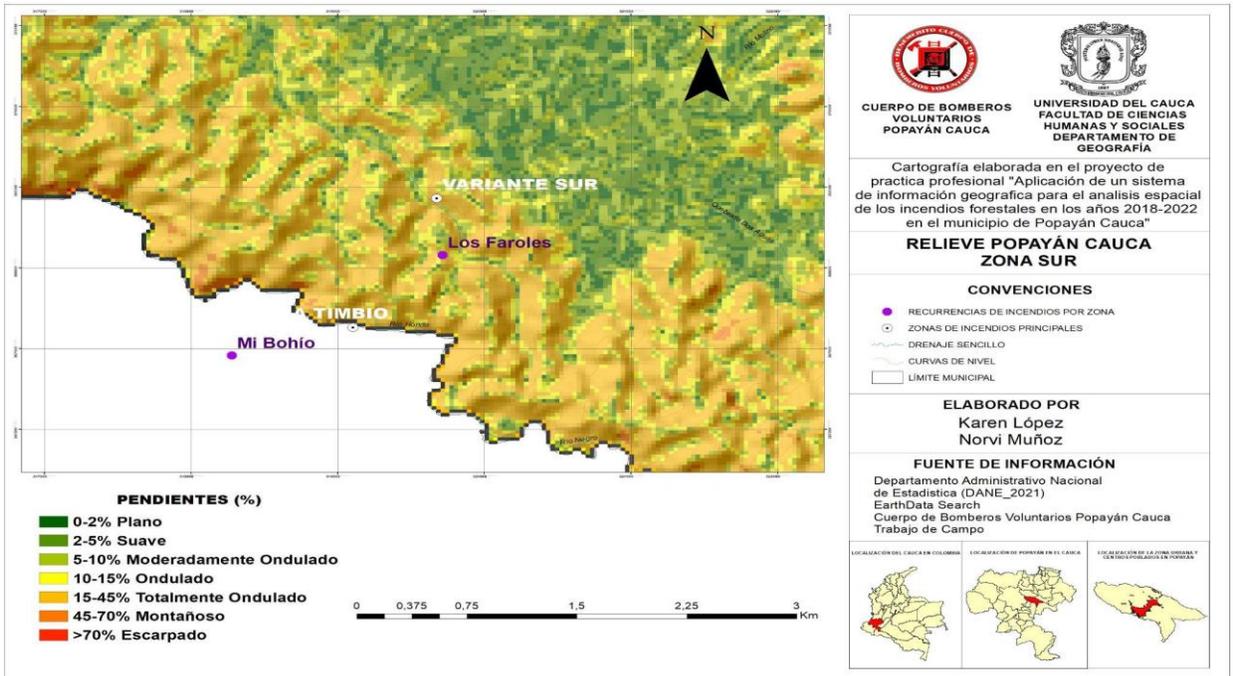
Se podría decir que, la topografía de un terreno facilita barreras naturales que detienen la propagación del fuego como: un río, una quebrada, un lago o zonas rocosas las cuales pueden actuar como cortafuegos e impedir el avance del fuego.

Ventana de observación N°25: Relieve Zona Norte



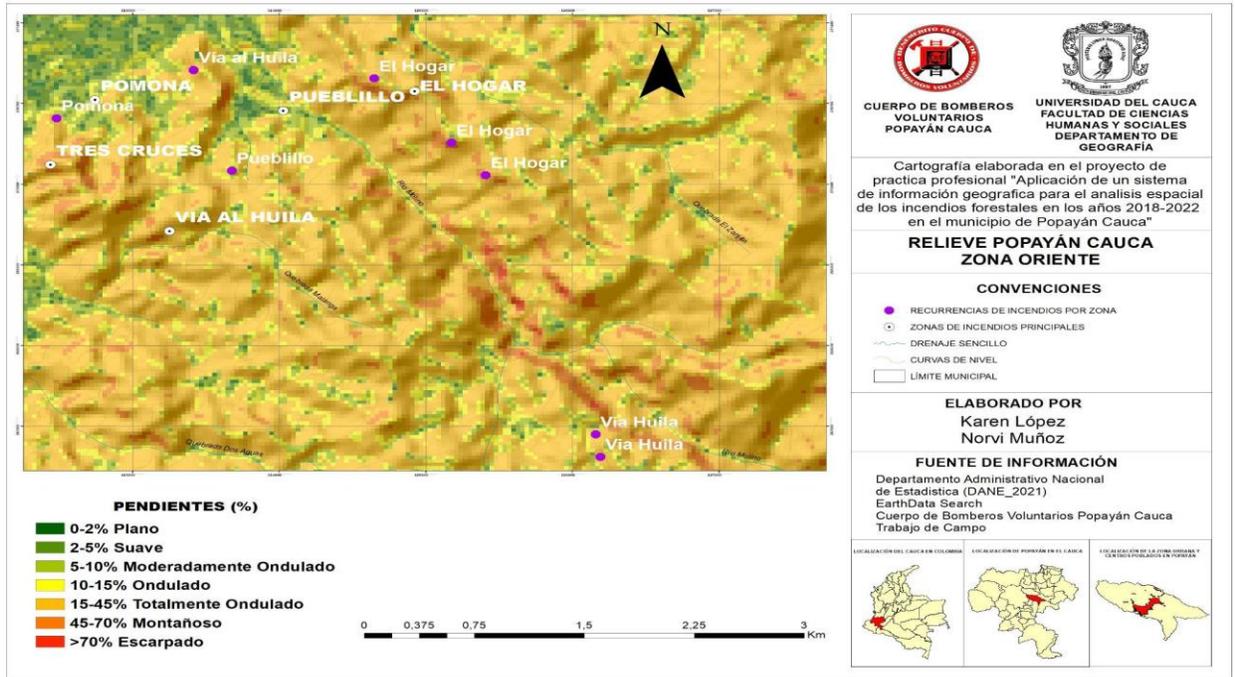
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°26: Relieve Zona Sur



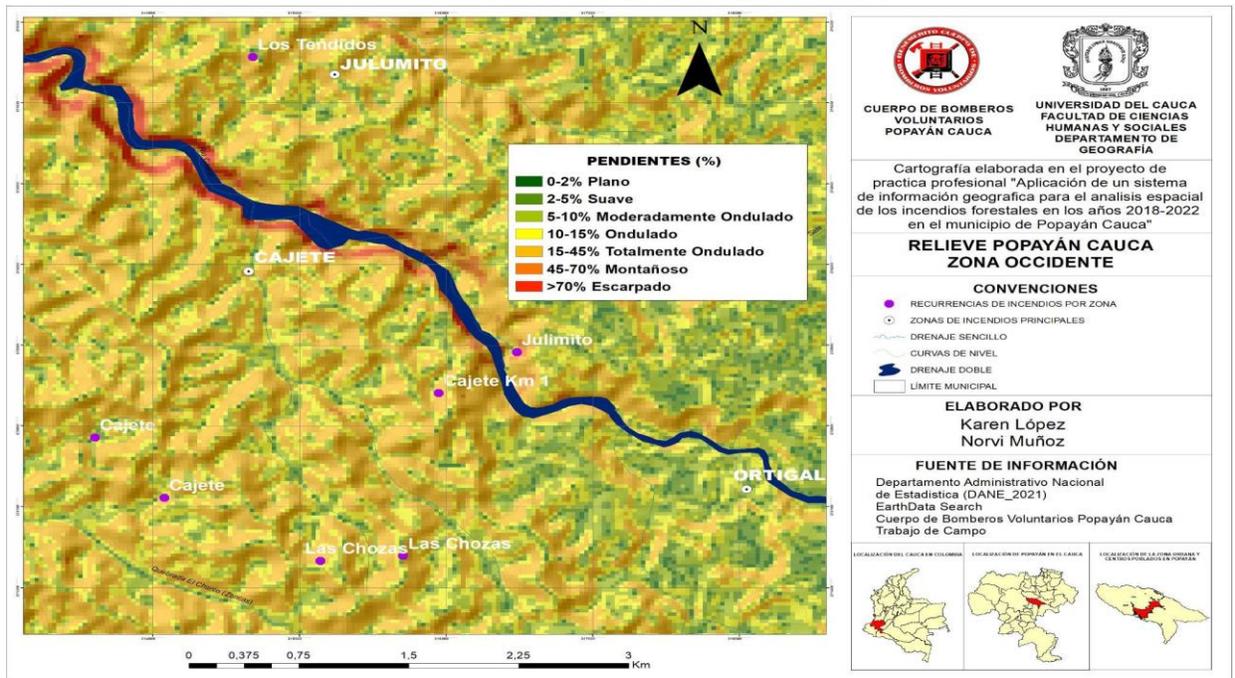
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°27: Relieve Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°28: Relieve Zona Occidente



Elaborado por: Grupo de trabajo

## 6.9. Clima

El mapa de clima del municipio de Popayán Cauca (CRC, 2018), con la sobreposición de la capa de las zonas principales de incendios forestales muestra sus diferentes condiciones climáticas.

Mapa N°11: Clima, Popayán Cauca



Elaborado por: Grupo de trabajo

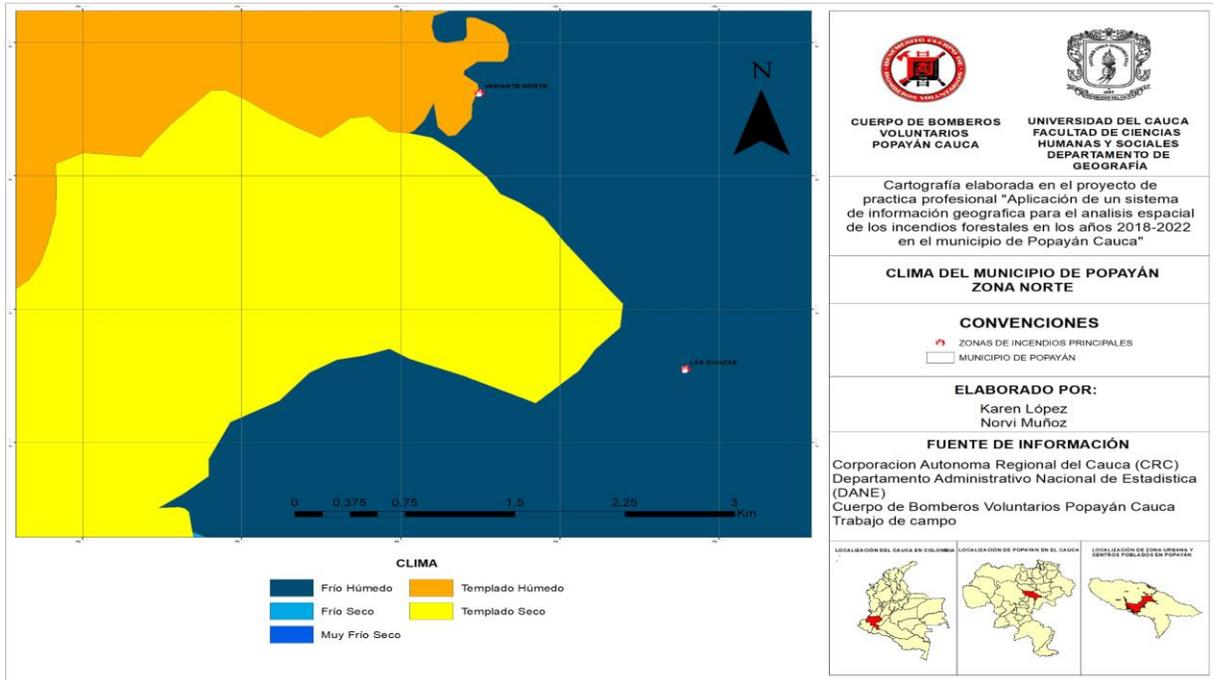
En primer lugar, se tiene el color azul oscuro que indica áreas con un clima frío húmedo, donde se ubica la zona norte, a la cual pertenecen los incendios más ocurrentes durante el periodo de tiempo de 2018 a 2022, que son Las Guacas y Variante Norte, con lo anterior se deduce que en estas áreas se presentan altos niveles de precipitación durante el año, lo que contribuye a evitar incendios por su alta humedad (Ver ventana N°29). El color naranja muestra áreas con un clima

templado húmedo; en esta clasificación se encuentra Vía a Timbío, Julumito, Cajete y El Ortigal; aunque este último, está sobre el clima templado húmedo tiene influencia del clima templado seco; lo cual da a entender que, aunque cuente con temperaturas moderadas y cierta cantidad de precipitación, en ciertos tiempos puede atravesar por condiciones más secas que podrían aumentar el riesgo de incendios forestales.

El azul claro representa áreas con un clima frío seco, aquí se puede observar El Hogar, Vía al Huila y Pueblillo, donde las temperaturas son bajas y hay poca humedad; cabe resaltar que Pueblillo tiene influencia del clima templado seco. Por otro lado, el azul rey representa áreas de clima muy frío y seco cuyas temperaturas son extremadamente bajas y niveles bajos de humedad. Finalmente, el color amarillo: aquí se superponen Pomona y el Cerro de las Tres Cruces cuyas temperaturas son moderadas y la humedad es relativamente baja.

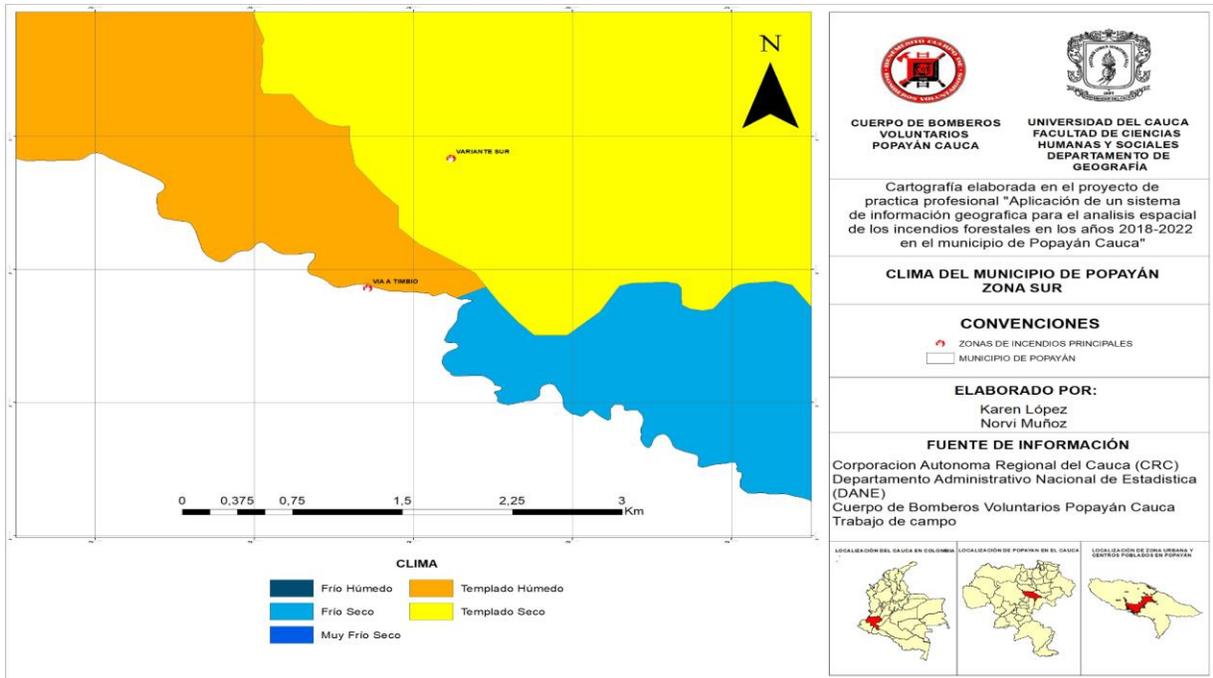
Desde nuestra perspectiva se podría decir que, las áreas con mayor riesgo a incendios forestales son aquellas con climas secos, debido a la poca humedad de su terreno y por supuesto, las áreas con climas húmedos tienen menos riesgo a ocurrencia de incendios. Según (Borunda, 2020) el fenómeno del cambio climático ha incrementado la posibilidad de que ocurran los incendios forestales con mayor intensidad y amplitud en cualquier zona y en cualquier momento del año.

Ventana de observación N°29: Clima Zona Norte



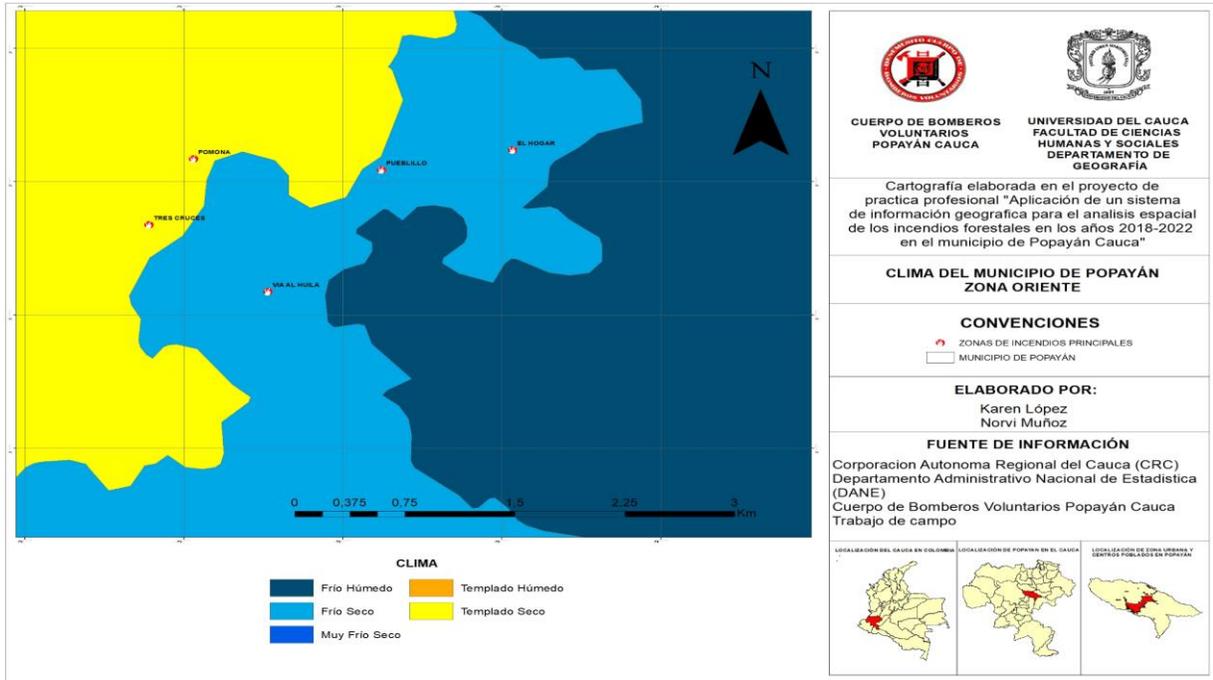
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°30: Clima Zona Sur



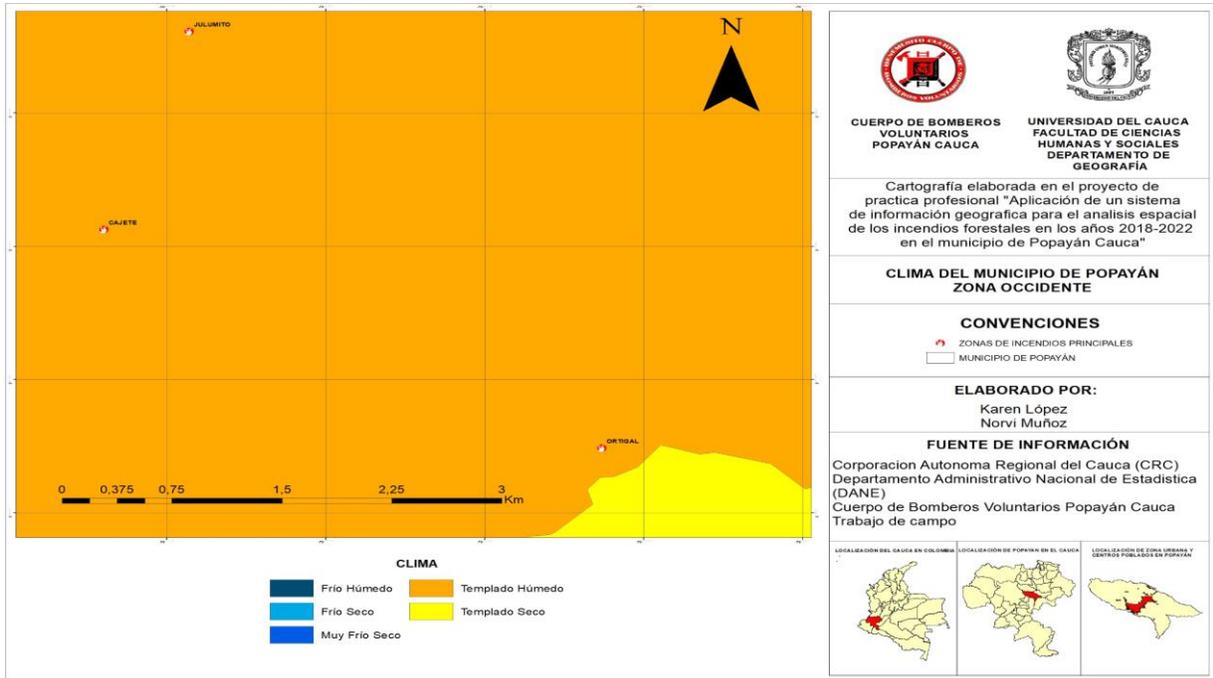
Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°31: Clima Zona Oriente



Elaborado por: Grupo de trabajo

Ventana de observación N°32: Clima Zona Occidente



Elaborado por: Grupo de trabajo

## 7. Conclusiones

Dentro del análisis que se llevó a cabo sobre la distribución espacial de incendios forestales en el municipio de Popayán Cauca durante el periodo comprendido entre 2018 a 2022 mostró patrones significativos de ocurrencia de incendios en 12 puntos principales del área de estudio. Estas áreas fueron clasificadas por zonas; al Norte: Las Guacas y la Variante Norte; al Sur: Variante Sur y Vía al Huila; al Oriente: El Hogar, Pueblillo, Pomona, Vía al Huila y Cerro Tres Cruces y al Occidente: Julumito, Cajete y EL Ortigal. Esta clasificación dejó ver el nivel de vulnerabilidad que presentan estos lugares a la ocurrencia de incendios forestales dentro del municipio para el periodo mencionado.

La creación de una base de datos espacial en el software SIG para la Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para el análisis espacial de los incendios forestales en los años 2018-2022 en el municipio de Popayán Cauca, fue de suma importancia en cuanto a la gestión y almacenamiento ordenado de la información espacial. Esta herramienta no solo fortaleció la ejecución del proyecto sino también, contribuyó en la estructuración de los datos geográficos obtenidos dentro del desarrollo del mismo.

De acuerdo con los resultados obtenidos se ha revelado que el sector oriente es la zona más afectada debido a factores como la cercanía de las zonas principales de ocurrencia de incendios, la dinámica poblacional, la actividad agrícola, especialmente en terrenos con pendientes altas y la presencia de los sitios turísticos conocidos como Las Tres Cruces y el mirador de la vereda El Hogar, lo cual ha elevado el número de visitantes a la zona, lo que aumenta el riesgo de incendios debido a la mayor afluencia de personas y la posibilidad de actividades imprudentes o negligente.

La incorporación de los SIG en el análisis de los incendios forestales fue un elemento de gran importancia y utilidad para la comprensión, prevención y gestión efectiva de estos desastres

naturales. Durante todo el trabajo realizado, se observó cómo el uso del SIG aportó una visión completa sobre la dinámica y patrones espaciales de los incendios forestales en la zona de estudio, incluyendo información topográfica, uso del suelo, vegetación, vientos, factores humanos, entre otros, lo que fue fundamental para identificar áreas de alto riesgo y determinar los factores que contribuyen a la ocurrencia y propagación de incendios.

## **8. Recomendaciones**

Para garantizar la continua actualización y mejora en el análisis de los incendios forestales mediante el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), es fundamental mantener una constante actualización de datos geográficos. Esto se puede lograr a través del trabajo en conjunto con entidades gubernamentales, cuerpo de bomberos, organizaciones ambientales y comunidades locales, lo cual puede contribuir a enriquecer la información disponible, aumentar la conciencia sobre la importancia que tiene un incendio forestal y fomentar mejores prácticas de prevención.

Considerando la importancia de contar con información geoespacial para una gestión eficiente de los incendios forestales, se sugiere al Cuerpo de Bomberos de Popayán Cauca, implementar un protocolo específico para la toma de coordenadas y el registro detallado de cada emergencia por incendio forestal; esta medida permitirá la generación de reportes de incidentes con información georreferenciada y descripciones completas de lo ocurrido durante las emergencias.

La educación y sensibilización ambiental son fundamentales para lograr el compromiso y la participación de la comunidad en la conservación del medio ambiente. El Cuerpo de Bomberos y la Alcaldía Municipal pueden liderar campañas informativas para fomentar prácticas responsables, como evitar quemas innecesarias y preservar los espacios naturales que se encuentran cerca de las zonas urbanas, de esta manera no solo se beneficia el medio natural, sino que también contribuye al bienestar de las comunidades locales y a un futuro más sostenible para las nuevas generaciones.

Es de vital importancia capacitar adecuadamente al personal que se va a encargar de la sala de sistemas de información geográfica (SIG) en la institución del Cuerpo de Bomberos del

Municipio de Popayán Cauca. Esta capacitación permitirá que el equipo de trabajo tenga las habilidades y los conocimientos necesarios para gestionar la información geoespacial no solo de incendios forestales, sino de todas las diferentes emergencias que atienden los bomberos en el municipio. Adicionalmente, se recomienda el uso del software QGIS, esto permitirá complementar los geoprocесamientos y el intercambio de datos ya que, los 2 software trabajan con herramientas similares.

## Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Popayán. (2020). Nuestra geografía. <http://www.popayan.gov.co/ciudadanos/popayan/nuestrageografia#:~:text=Popay%C3%A1n%20es%20la%20capital%20del,oeste%20del%20meridiano%20de%20Greenwich>

Arteaga, J., & Calpa, M. (2013). *Diseño y aplicación de un SIG para el monitoreo de incidentes y emergencias registrados por la DPAED, San Juan de Pasto – Nariño 2004 - 2011*. Pasto Nariño.

Cauca, A. d. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal Popayán 2020-2023*. Popayán Cauca.

Chuvieco, E., Martín, M., Martínez, J., & Salas, F. (1998). *GEOGRAFÍA E INCENDIOS FORESTALES*. Alcalá de Henares (Madrid).

Corporación Autónoma Regional del Cauca. (2014). *PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL REGIONAL DEL CAUCA 2013-2023*. Popayán.

Dávila, Álvaro. “Gestión Estudios Temáticos.” *Geoportal IGM*, Álvaro Dávila, 09/2012, <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/wp-content/uploads/2012/09/cartografia-tematica.pdf>.

Dayan González, Paulin Caicedo (2012). Análisis espacial de los incendios forestales, a través de la implementación de un sistema de información geográfica en el municipio de Popayán. Popayán.

Desastres, U. N. (2018). *Plan Nacional de Contingencia Posible Fenómeno El Niño (01 agosto 2018 – 01 agosto 2019)*. Bogotá.

Emergencias., c. C. (2022). Comisión nacional de prevención de riesgos y atención de emergencias. Obtenido de comisión nacional de prevención de riesgos y atención de emergencias:

[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/incendio\\_forestal.aspx](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/incendio_forestal.aspx)

ESRI. (2021). *ESRI*. Obtenido de ESRI: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/administer-file-gdbs/personal-geodatabases.htm>

García, G. d. (2016). El uso de los Sistemas de Información Geográfica para la “geopreención” en el Servicio de Bomberos del Ayuntamiento de Santander. Cantabria: Facultad de Filosofía y letras.

Ovalle, M. A. (2019). Análisis Espacial de la Cobertura de Atención de las Estaciones de Bomberos incorporación de la gestión de riesgo de desastres en la revisión. Bogotá.

Pabón Hortua, A. G., & Garzón Muñoz, J. (2021). Estructuración de Datos Espaciales en un Sistema de Información Geográfica Preliminar Para el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Popayán. Popayán Cauca.

Paola Andrea Becerra Pineda, m. A. (marzo de 2006). Geografía de los riesgos una propuesta pedagógica para el municipio de Yumbo. Obtenido de [https://www.desenredando.org/public/varios/2006/riesg\\_yumbo/GEOGRAFIA\\_DE\\_RIESGOS\\_YUMBO.pdf](https://www.desenredando.org/public/varios/2006/riesg_yumbo/GEOGRAFIA_DE_RIESGOS_YUMBO.pdf)

Popayán, A. d. (2021). *REVISIÓN Y AJUSTE PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL POPAYAN 2037*. Popayán Cauca.

Pro, A. (s.f.). Esri. Obtenido de esri: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/data/geodatabases/overview/what-is-a-geodatabase-.htm>

- Ramírez, d. E. (16 de diciembre de 2017). Zonificación de amenaza a incendios forestales en el municipio de Riohacha, la Guajira. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17257/Una%F1aRamirezDiegoEdison2018.pdf;jsessionid=F74545CFA87C23D77998DBE6AA5FC1D2?sequence=1>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2019). *Finaliza segunda temporada seca en Colombia, UNGRD entrega balance de la temporada e impacto de los incendios forestales en el país*. Bogotá.
- Vanegas, E. J. (2016). Sistema de información geográfica para gestión en atención de emergencias de los bomberos de Palmira. Manizales.
- ANLA. (s.f.). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*. Obtenido de Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/entidad/subdirecciones-y-oficinas/instrumentos-permisos-y-tramites-ambientales/sistema-de-informacion-geografica](https://www.anla.gov.co/01_anla/entidad/subdirecciones-y-oficinas/instrumentos-permisos-y-tramites-ambientales/sistema-de-informacion-geografica)
- CRC. (s.f.). *Corporación Autónoma del Cauca*. Obtenido de Corporación Autónoma del Cauca: <https://crc-siac.opendata.arcgis.com/search>
- DANE. (s.f.). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- IDEAM. (s.f.). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/geoportal>

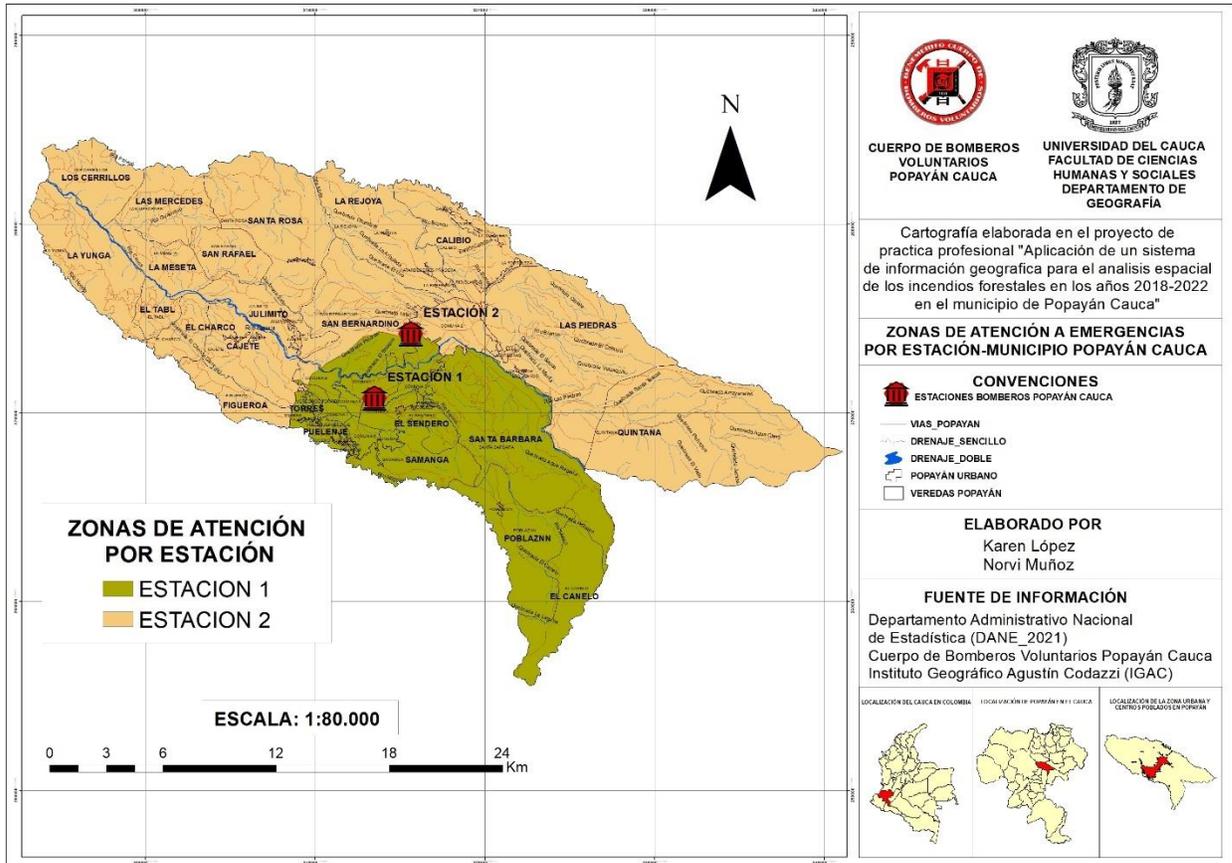
Borunda, A. (21 de septiembre de 2020). *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Obtenido de NATIONAL GEOGRAPHIC: <https://www.nationalgeographic.com/ciencia/2020/09/cual-es-la-relacion-entre-los-incendios-forestales-y-el-cambio-climatico>

Meteoblue. (s.f.). *Meteoblue*. Obtenido de Meteoblue: [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/popay%c3%a1n\\_colombia\\_3671916](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/popay%c3%a1n_colombia_3671916)

# Anexos

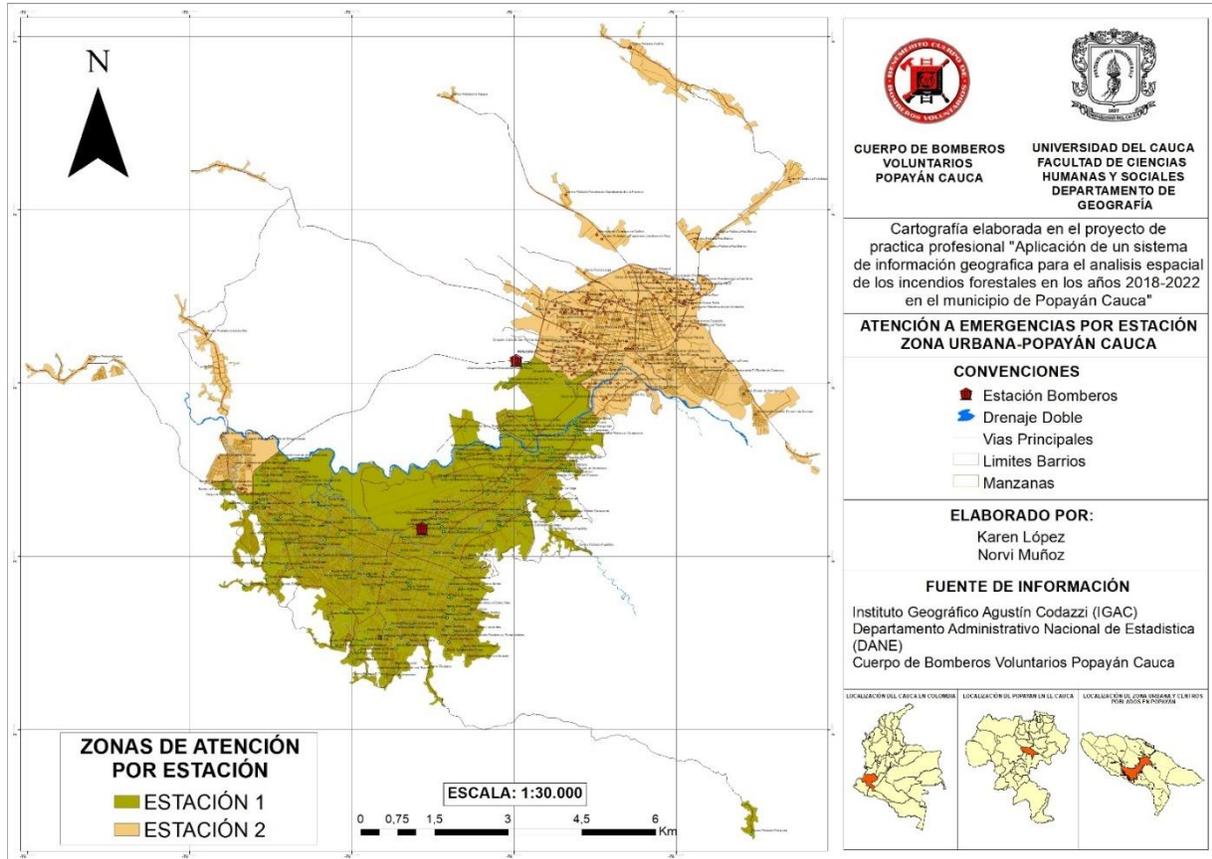
## Anexo 1

### Zonificación atención a emergencias según estación bomberil Municipio de Popayán



## Anexo 2

### Atención a emergencias por estación zona urbana Popayán Cauca



Anexo 3

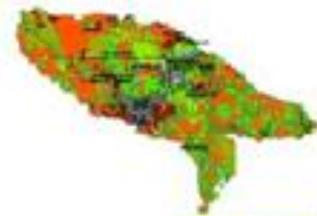
Manual Básico ArcGIS 10.8 Cuerpo de Bomberos Voluntarios Popayán Cauca

**MANUAL BASICO ARCGIS 10.X**  
**INGLES**

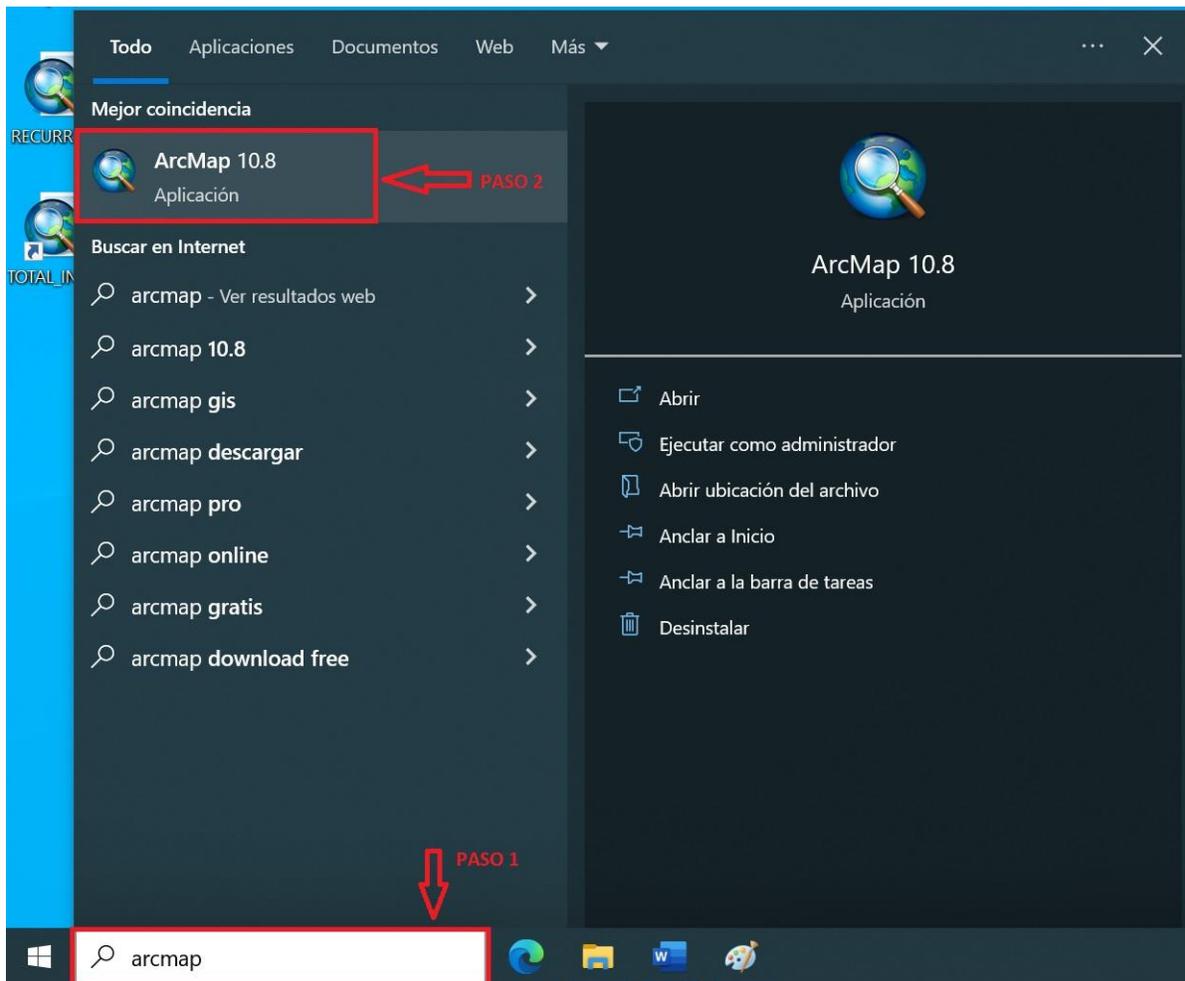
KAREN LÓPEZ  
NORVI MUÑOZ

PRACTICA GEOGRAFIA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**ArcGIS**® ArcMap™  
10.8



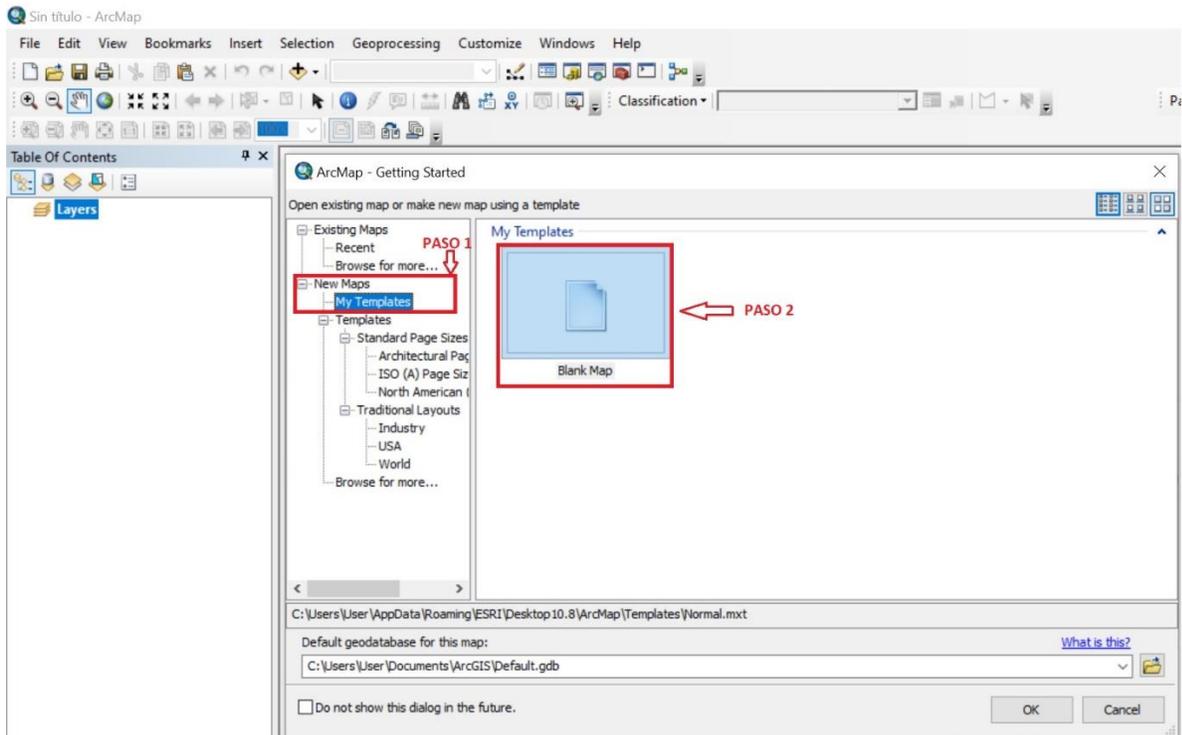
## Iniciar en ArcGIS-ArcMap



**PASO 1:** En la barra de tareas de Windows, dar clic en buscar y escribir la palabra **ArcMap**.

**PASO 2:** Seleccionar **ArcMap 10.8** y dar clic sobre este.

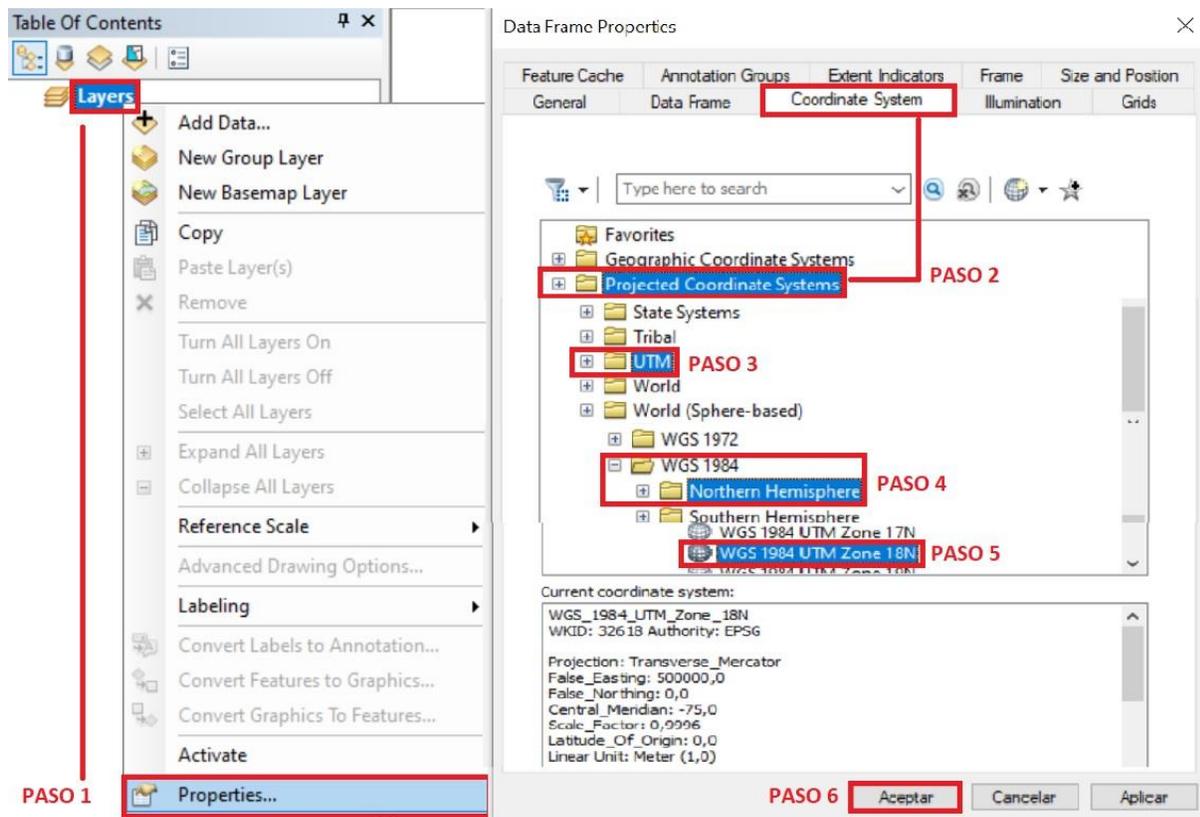
## Ventana de inicio al programa



**PASO 1:** seleccionar new maps-my templates.

**PASO 2:** dar doble clic sobre blank map.

## Elegir Sistema de Coordenadas



**PASO 1:** Dar clic derecho sobre **layers**, desplegada la pantalla, seleccionar **properties**.

**PASO 2:** En la parte superior dar clic sobre el ítem **coordinate system**, seguido de esto elegir **projected coordinate systems** y dar clic derecho sobre el icono  que está al lado izquierdo para que se desplieguen las demás opciones.

**PASO 3:** dar doble clic en la opción **UTM**.

**PASO 4:** seleccionar la opción **WGS 1984** y luego dar doble clic **northern hemisphere**.

**PASO 5:** desplazarse hacia la opción **WGS 1984 UTM Zona 18N** y dar clic sobre esta.

**PASO 6:** dar clic sobre **Aceptar**

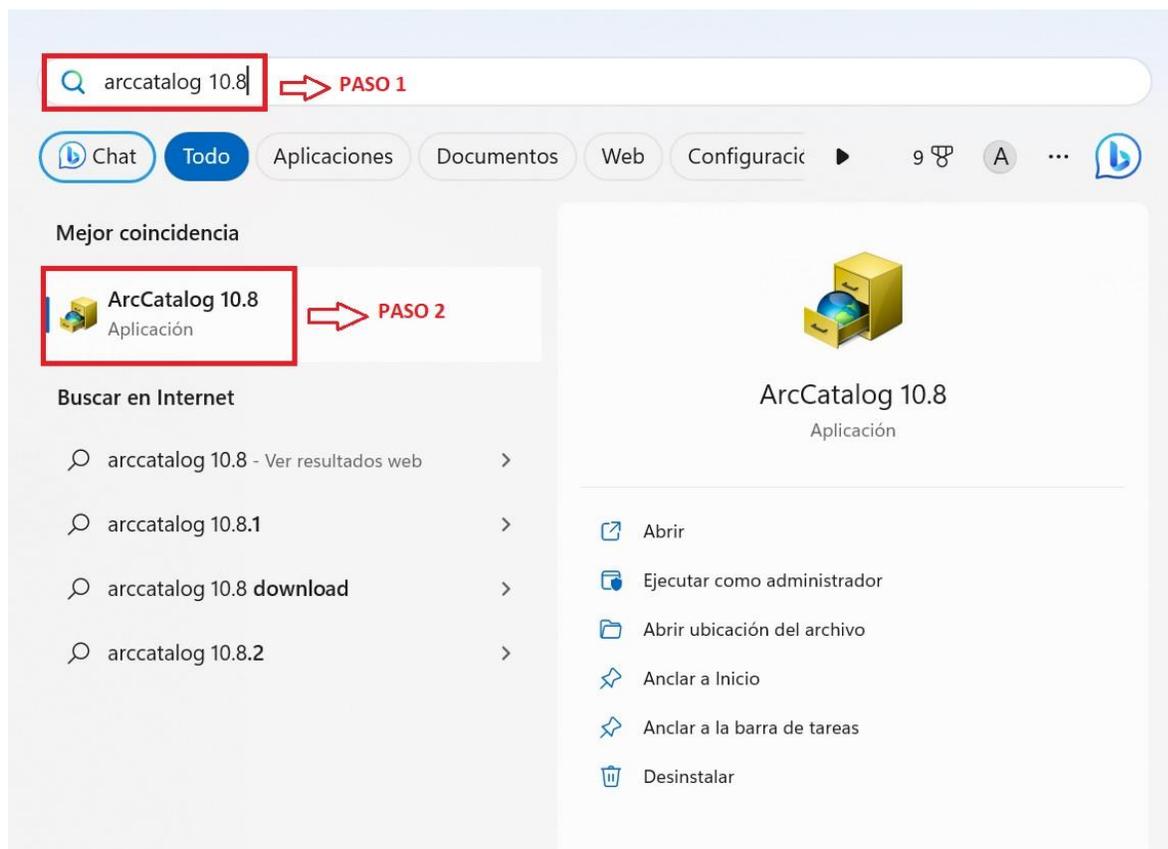


**PASO 1:** dar clic sobre el icono  para **añadir datos** a la pantalla principal.

**PASO 2:** seleccionar la carpeta según lo requiera y dar doble clic sobre  para visualizar los datos de archivo.

**PASO 3:** escoger el archivo requerido y dar clic en **add**, de esta manera se logran visualizar los archivos en pantalla principal y se puede continuar haciendo las modificaciones necesarias.

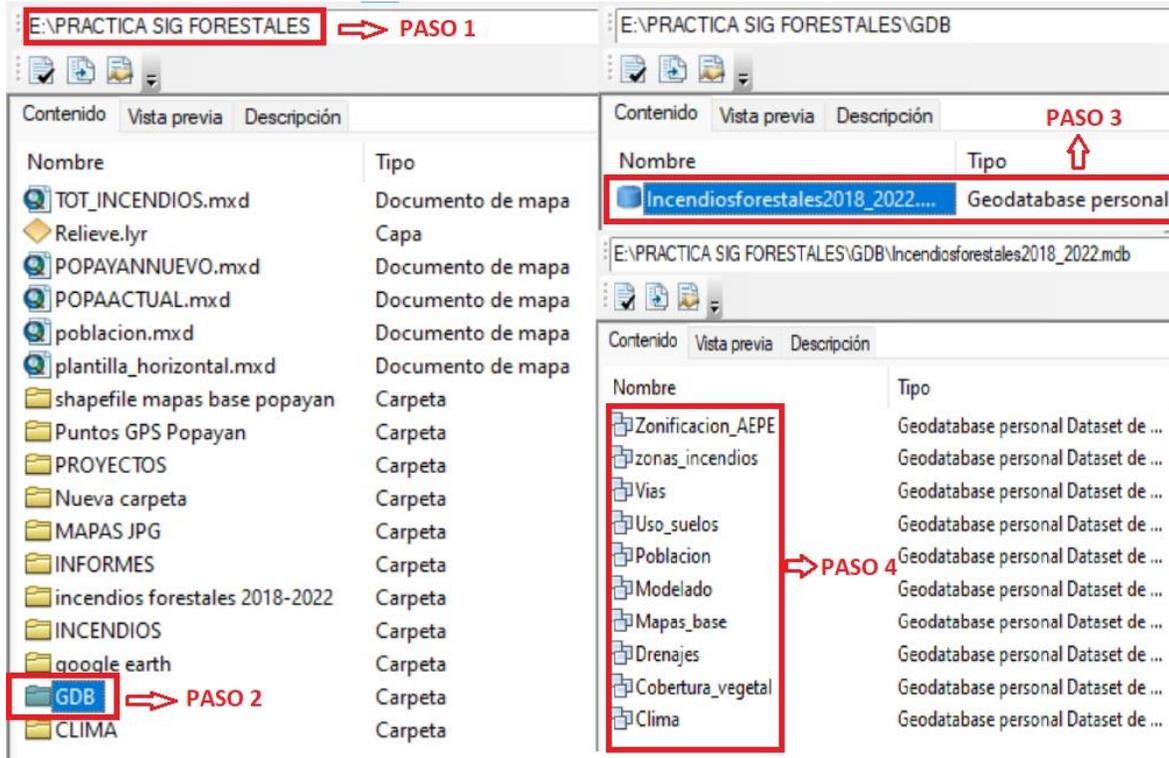
### Ingreso a la Geodatabase



**PASO 1:** En la barra de tareas de Windows, dar clic en buscar y escribir la palabra **ArcCatalog**.

**PASO 2:** Seleccionar **ArcCatalog 10.8** y dar clic sobre este.

## Ventana para buscar datos



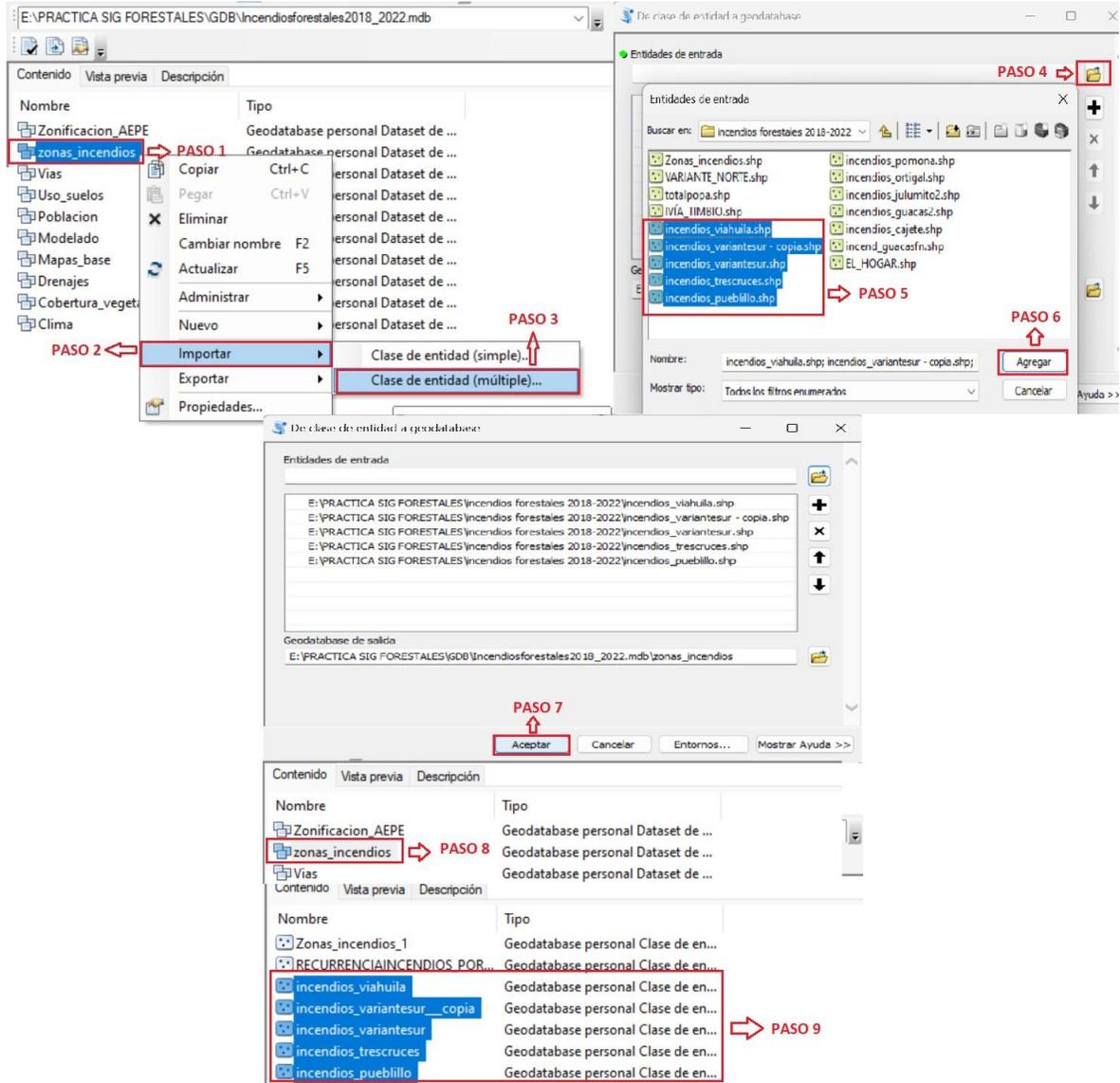
**PASO 1:** Seleccionar el disco principal donde se encuentra ubicada la carpeta de Base de datos (**GDB**)

**PASO 2:** Dar doble clic sobre la carpeta **GDB**.

**PASO 3:** Se logra visualizar la geodatabase personal creada para incendios forestales de los años 2018 a 2022 donde están ubicados cada uno de los archivos utilizados para trabajar en ArcGIS. Dar doble clic sobre  Incendiosforestales2018\_2022.... Geodatabase personal .

**PASO 4:** seleccionar la carpeta que desee visualizar sus datos.

## Ventana para ingresar nuevos datos a la carpeta que se desee



**PASO 1:** Dar clic derecho sobre la carpeta a la que se desee ingresar nuevos datos.

**PASO 2:** seleccionar el ítem **importar**

**PASO 3:** seleccionar **clase de entidad múltiple** para subir uno o varios archivos a la vez

**PASO 4:** dar clic derecho sobre la carpeta  para buscar los datos que se van a ingresar a la geodatabase.

**PASO 5:** seleccionar todos los archivos que se desean subir a la carpeta

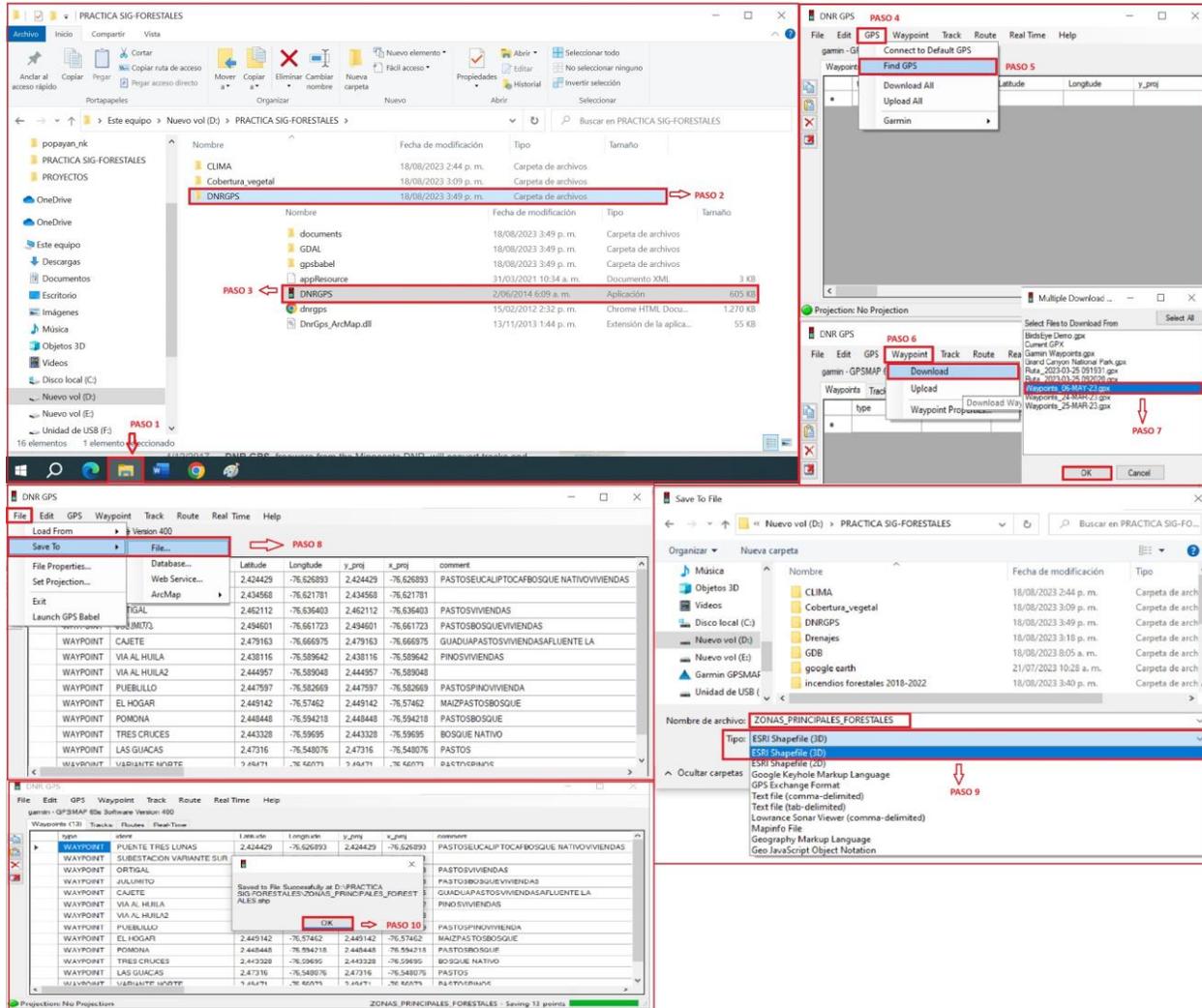
**PASO 6:** dar clic sobre **Agregar**

**PASO 7:** verificar que los archivos estén completos y dar clic sobre **Aceptar**

**PASO 8:** Ingresar nuevamente a la carpeta que escogió para subir datos en este caso **zonas de incendio** y dar doble clic sobre ella.

**PASO 9:** Corroborar que todos los datos seleccionados se subieron correctamente

## Descargas de Puntos GPS al Software SIG



**PASO 1:** Dar clic derecho sobre el icono del explorador de archivos.

**PASO 2:** seleccionar la carpeta **DNRGPS** ubicada en el **disco D** del equipo y dar doble clic sobre ella.

**PASO 3:** seleccionar la aplicación **DNRGPS** y dar doble clic para desplegar la pantalla de manejo, conectando el cable del GPS al computador.

**PASO 4:** seleccionar **GPS** y dar clic sobre este.

**PASO 5:** ir al ítem **Find GPS** para encontrar el GPS.

**PASO 6:** seleccionar el ítem **Waypoint**, luego **Downald** para la descarga de datos recolectados.

**PASO 7:** escoger la carpeta del **GPS** en que fue tomada la información y dar clic en **ok**.

**PASO 8:** Ir a la opción **file-save to-file** para guardar la información.

**PASO 9:** Seleccionar la carpeta donde se van a guardar los puntos de referencia y a estos asignarle su correspondiente nombre. Finalmente, en **tipo** escoger la opción **ESRI Shapefile (3D)** y dar clic en **guardar**.

**PASO 10:** Una vez subidos los puntos a la pantalla de la aplicación verificar que estén correctos y dar clic en **ok**, para su posterior visualización en el software SIG.