	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

16

**FECHA** miércoles, 25 de noviembre de 2020

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

**UNIDAD REGIONAL** Seccional Girardot

**TIPO DE DOCUMENTO** Trabajo de Grado


**FACULTAD** Ciencias Agropecuarias

**NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO** Pregrado

**PROGRAMA ACADÉMICO** Ingeniería Ambiental

El Autor (Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Barreto Ramirez	Angela Margarita	1.105.691.621
Méndez Avellaneda	Daniela	1.010.229.643

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b> <b>PAGINA: 2 de 8</b>

Director (Es) y/o Asesor (Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Forero Ramírez	Deysy Yolanda

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
<b>Caracterización de riesgos por incendios forestales para el municipio del Espinal-Tolima con el empleo de sistemas de información geográfica-SIG</b>

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
<b>Ingeniera Ambiental.</b>

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
2020	40

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Incendios forestales	Forest fires
2.Sistema de Información Geográfica	Geographic information system
3.Gestión del Riesgo	Risk management
4.Caracterización de las variables	Characterization of variables
5.Zonificación	Zoning
6.Suceptibilidad	Susceptibility



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 8</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Los incendios forestales son muy variados desde aquellos productos de las quemas agrícolas que se salen de control hasta los provocados, dependiendo el origen se puede agrupar en dos categorías, los naturales y los antrópicos. Así mismo generan afectaciones sobre componentes ecológicos, económicos, y sociales, conduce esto a la necesidad de identificar el nivel de exposición que pueda enfrentar un grupo social o un área determinada. El presente proyecto describe el proceso de generación de un mapa de amenaza a incendios forestales en el municipio del Espinal, Tolima. Que plantea una variable amplia de metodología propuesta, llamada protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal-escala 1:100.000 esta metodología planteada incluye diferentes componentes. En primer lugar, se identificaron las áreas con mayor atracción de este fenómeno a través de la clasificación de las coberturas en tres categorías, tipo de combustible, duración del combustible, y carga total del combustible a partir de las características de la cobertura para cada categoría estas fueron calificadas de muy baja a muy alta, luego se llevó a cabo un proceso de sumatoria de factores para obtener la susceptibilidad, fue necesario tener datos de otros cinco factores que interviene en su creación, como precipitación, temperatura, pendiente, factor histórico, accesibilidad, también mediante uso de herramientas de información geográfica se realizó una suma ponderada de los factores y se obtuvo que el resultado que demuestra gran parte del municipio presenta una media amenaza de incendios.

### SUMMARY

Forest fires are very varied, from those products of agricultural burns that get out of control to those caused, depending on the origin they can be grouped into two categories, natural and anthropic. Likewise, they generate effects on ecological, economic, and social components, this leads to the need to identify the level of exposure that a social group or a specific area may face. This project describes the process of generating a forest fire threat map in the municipality of Espinal, Tolima. That raises a broad variable of the proposed methodology, called a protocol for the realization of fire risk zoning maps of the vegetation cover- scale 1: 100,000, this proposed methodology includes different components. In the first place, the areas with the greatest attraction of this phenomenon were identified by classifying the coverage into three categories, type of fuel, duration of fuel, and total fuel load based on the characteristics of the coverage for each category. These were classified from very low to very high, then a process of summation of factors was carried out to obtain susceptibility, it was necessary to have data on five other factors involved in their creation, such as precipitation, temperature, slope, historical factor, accessibility, also through the use of geographic information tools, a weighted sum of the factors was made and it was obtained that the result that shows a large part of the municipality presents a medium threat of fires.

## AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 8</b>

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.		X
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.		X
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 8</b>

caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO X**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACION**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAF113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 8</b>

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.



La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1.BarretoAngela&MéndezDaniela2020.pdf	Texto
2.AMENAZA DE INCENDIO MODIFICAR	Información geográfica (Shapefiles, GDB, Ráster), salidas graficas(mapas)
3.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Barreto Ramirez Angela Margarita	
Méndez Avellaneda Daniela	

21.1-51.20



CARACTERIZACIÓN DE RIESGOS POR INCENDIOS FORESTALES PARA EL  
MUNICIPIO DEL ESPINAL-TOLIMA CON EL EMPLEO DE SISTEMAS DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - SIG

DANIELA MÉNDEZ AVELLANEDA  
ANGELA MARGARITA BARRETO RAMÍREZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
SECCIONAL GIRARDOT  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERIA AMBIENTAL  
GIRARDOT – CUNDINAMARCA  
2020

CARACTERIZACIÓN DE RIESGOS POR INCENDIOS FORESTALES PARA EL  
MUNICIPIO DEL ESPINAL-TOLIMA CON EL EMPLEO DE SISTEMAS DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - SIG

DANIELA MÉNDEZ AVELLANEDA  
ANGELA MARGARITA BARRETO RAMÍREZ

Trabajo final presentado como requisito para optar al título de ingeniera ambiental

TUTOR  
DEYSY YOLANDA FORERO RAMIREZ  
Ing. agrónomo  
Esp. en pedagogía para el desarrollo del aprendizaje autónomo  
Maestrante en Ciencias Ambientales

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
SECCIONAL GIRARDOT  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
GIRARDOT – CUNDINAMARCA

2020

## DEDICATORIA

ANGELA MARGARITA BARRETO RAMIREZ

*Dedico este proyecto a mis padres, Rubiela Ramírez y Miguel Barreto que son el motor de mi vida y por siempre estar conmigo dándome los mejores consejos, guiándome, gracias a sus ejemplos hoy hemos llegado a cumplir una de nuestras metas, ustedes fueron y son mi fortaleza en todo momento los quiero y admiro mucho, a mi familia por estar pendiente de mí en lo que me hiciera falta en el transcurso de mi carrera, y a todas las personas que de una u otra manera siempre me han apoyado mil gracias.*

DANIELA MENDEZ AVELLANEDA

*Agradezco a DIOS, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*Dedico con todo mi corazón este logro a mi abuelita MAILA ORTIZ DE AVELLANEDA que desde el cielo me da fuerza y valentía para superar las dificultades, resplandecerás en mi alma por toda la eternidad.*

*A mi madre, FLOR ANGELA AVELLANEDA ORTIZ, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, LUIS FRANCISCO MÉNDEZ SANCHEZ, a pesar de nuestra distancia, sé que te llena de orgullo este logro, te amo y agradezco cada cosa que desde tu Corazón has hecho por mí.*

*A mi PAPI JAIME por acompañarme durante todo este proceso con inmenso cariño y amor y A mis hermanos y a toda mi familia que día a día realizan aportes invaluable en mi crecimiento personal.*

## AGRADECIMIENTOS

### ANGELA MARGARITA BARRETO RAMIREZ

Quiero agradecer a la universidad de Cundinamarca la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competidor y formándonos como profesionales con sentido de formalidad, responsabilidad y dureza académica. A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza, finalmente muchas gracias.

### DANIELA MENDEZ AVELLANEDA

A DIOS gracias por guiarme a través de los muchos obstáculos y por mantenerme decidida, gracias por su inmensa protección a lo largo del camino.

A mi adorada Madre, FLOR ANGELA AVELLANEDA, por ser la luz de mi vida, por su inmenso Amor, por su apoyo incondicional, por inculcar en mí la importancia de la educación y por enseñarme a ser perseverante.

A mis hermanos DAVID MENDEZ AVELLANEDA y MARIO MORENO AVELLANEDA, que con sus consejos me han ayudado afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida, por ser mi orgullo y ejemplo de superación.

Agradezco especialmente a mi Tía OLGA AVELLANEDA ORTIZ, por ser un apoyo incondicional en el Camino, y a mi Tía MARGARITA AVELLANEDA ORTIZ, por su cariño de madre y por tan valiosos consejos. A mis Tías MARY AVELLANEDA ORTIZ y ANGYE AVELLANEDA ORTIZ quienes realizaron aportes invaluable para la culminación satisfactoria de esta Carrera.

A mi Tío LUCAS FERNANDO AVELLANEDA ORTIZ y familia por recibirme con los brazos abiertos en su hogar, cuidar de mí y ser incondicionales. A mi tío JAIME AVELLANEDA ORTIZ y su hijo ING. WILLIAM MÉNDEZ, por creer en mis mí y brindarme oportunidades asombrosas.

Agradezco infinitamente a la señora Magdalena García De Ortiz, Rut Ortiz y Margarita Ortiz, por hacernos parte de su familia, por su Amor y por estar presentes siempre.

A Jhon Ángel Suarez y Adriana Suarez por acompañarme durante este arduo camino y por compartir tantas alegrías.

¡Sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar este sueño, por esto solo me queda decirles

**GRACIAS!**

## Resumen

Los incendios forestales son muy variados, desde aquellos productos de las quemas agrícolas que se salen de control hasta los provocados, dependiendo de su origen se pueden agrupar en dos categorías, los naturales y los antrópicos. Así mismo generan afectaciones sobre componentes ecológicos, económicos y sociales, conduce esto a la necesidad de identificar el nivel de exposición que pueda enfrentar un grupo social o un área determinada. El presente proyecto describe el proceso de generación de un mapa de amenaza a incendios forestales en el municipio del Espinal, Tolima. Se plantea una variable amplia de metodología propuesta, llamada Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - escala 1:100.000 esta metodología planteada incluye diferentes componentes. En primer lugar, se identificaron las áreas con mayor atracción de este fenómeno a través de la clasificación de las coberturas en tres categorías, tipo de combustible, duración del combustible y carga total del combustible a partir de las características de la cobertura para cada categoría estas fueron calificadas de muy baja a muy alta, luego se llevó a cabo un proceso de sumatoria de factores para obtener la susceptibilidad, fue necesario tener datos de otros cinco factores que intervienen en su creación, como precipitación, Temperatura, Pendientes, Factor histórico, Accesibilidad, también mediante el uso de herramientas de información geográfica se realizó una suma ponderada de los factores y se obtuvo que el resultado que demuestra gran parte del municipio presenta una media amenaza de incendios.

## Tabla de contenido

Introducción .....	9
Planteamiento del Problema .....	11
Objetivos .....	13
Objetivo general. ....	13
Objetivos específicos.....	13
Marco Legal .....	14
Diseño Metodológico.....	17
Susceptibilidad de la cobertura vegetal .....	17
Precipitación.....	20
Temperatura .....	21
Pendiente .....	23
Factor Histórico.....	23
Accesibilidad.....	24
Análisis De Resultados .....	26
Conclusiones .....	35
Bibliografía .....	38

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Marco legal Colombiano para la Gestion del Riesgo de Desastres .....	15
<b>Tabla 2.</b> Calificacion De Tipo De Combustible.....	18
<b>Tabla 3.</b> Calificacion y Categorizacion de la Susceptibilidad .....	19
<b>Tabla 4.</b> Calificación y Categorización de la Precipitación Media Anual .....	21
<b>Tabla 5.</b> Calificación y Categorización de la Temperatura.....	22
<b>Tabla 6.</b> Calificación y Categorización de la Pendiente .....	23
<b>Tabla 7.</b> Calificación por Distancia.....	24
<b>Tabla 8.</b> Calificación y Categorización de la Accesibilidad de la Ruta .....	24
<b>Tabla 9.</b> Calificación y Categorización de la Amenaza .....	25

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Mapa de Susceptibilidad Total de la Vegetación a Incendio. ....	27
<b>Figura 2</b> Mapa de amenaza por precipitación.....	28
<b>Figura 3</b> Mapa de amenaza por Temperatura .....	29
<b>Figura 4</b> Mapa de Amenaza por Pendiente.....	30
<b>Figura 5</b> Mapa de Amenaza por Factor Historico. ....	31
<b>Figura 6</b> Mapa de amenaza por accesibilidad.....	32
<b>Figura 7</b> Mapa de amenaza por Incendio.....	33



## Introducción

El término incendio forestal se refiere a los fuegos no controlados (sean de origen natural o antrópico) que ocurren en los ecosistemas terrestres, y que se propagan por la vegetación, ya sea (bosque, sabana, matorral, pastizal, humedal, turbera, etc.) (Pausas, 2020). Por otro lado, el fuego tiene un papel determinante en la dinámica de los ecosistemas terrestres, mostrándose como uno de los factores de control más determinante en la selección y adaptación de las especies, antes del incendio los ecosistemas cuentan con varios estratos: matorral, arbustos, árboles y superficie del suelo, y después, queda uno solo. Para algunos animales esto representa la pérdida de su hábitat y la simplificación de su ambiente, resultando probablemente en una competencia más fuerte por el alimento, una intensificación de los predadores y una especial vulnerabilidad de algunos animales. (IDEAM, s.f.)

Desde épocas prehistóricas, se utiliza además como herramienta de gestión del territorio, principalmente para desbrozar en zonas de expansión agrícola y para ayudar a la nitrificación de suelos en vegetación de sabana. Tiene, finalmente, importantes implicaciones atmosféricas, a escala global, los incendios forestales son una fuente de emisiones significativas de gases y partículas a la atmósfera, emisiones que llegan a afectar grandes extensiones y pueden transportarse a distancias de escala continental (Balde & Vega, 2019).

Además de este importante impacto global, los incendios tienen repercusiones regionales que pueden ser bastante negativas, sobre todo cuando los ciclos históricos de recurrencia se modifican, ya por un cambio súbito en los patrones de ocupación del territorio (abandono de tierras en algunas zonas, colonización en otras), ya por los efectos indirectos del calentamiento global del planeta (Chuvieco, y otros, 2007).

En este entorno, resulta cada vez más evidente la importancia de contar con mejores herramientas para el conocimiento y gestión de los incendios. El empleo de las tecnologías de la información geográfica proporciona nuevas posibilidades de obtener y gestionar información espacial, de cara a mejorar nuestra toma de decisiones sobre el territorio.

En este trabajo se presenta el empleo de Sistemas de Información Geográfica –SIG específicamente el software ArcGIS para la caracterización de riesgo por incendios forestales en el municipio de Espinal, Tolima, con el que se busca generar un mapa de amenazas por incendios mediante un análisis espacial del territorio a través de la ejecución de herramientas y procesos, de diferentes paginas como el IDEAM, IGAC, DANE y EARTH DATA para la obtención de las capas temáticas que hacen parte de la obtención del mapa de amenazas, para este tipo de análisis se analizan factores como susceptibilidad de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, pendiente, factor Histórico y accesibilidad.

## Planteamiento del Problema

Entre los riesgos que de forma recurrente sufren los entornos naturales y antrópicos se destacan los derivados de los incendios de la cobertura vegetal, este tipo de siniestros, en su mayor parte, presentan un origen antrópico y su recurrencia además de poner en grave peligro a personas y bienes, puede afectar gravemente a la cobertura vegetal provocando efectos indeseables como la pérdida de biodiversidad, la erosión de suelos, severos procesos de desertificación, merma de recursos hídricos, colmatación de embalses e inundaciones, entre otros (IDEAM, 2011).

Las estadísticas sobre incendios en Colombia, permiten realizar análisis de su comportamiento bajo diferentes escenarios, esto es, por regiones, departamentos o municipios, presentando el fenómeno del Niño o en condiciones climáticas normales, por cobertura vegetal afectada, por Corporación Autónoma Regional, por año o por mes, y de esta manera, poder ser utilizarlas para priorizar áreas, orientar acciones o sustentar la necesidad de realizar estudios más detallados.

Según informe emitido por la secretaría de Ambiente y Gestión del Riesgo del Tolima, producto de las altas temperaturas, **en lo corrido del año 2020 ya se han registrado 21 incendios forestales** en municipios de este departamento. (RCN radio , 2020)

En el municipio del Espinal, **han sido consumidas cerca de 170 hectáreas de vegetación**, en su mayoría de bosques y rastrojos. afectando la flora, fauna incluso algunas viviendas. La temporada calurosa dura 1,7 meses, del 30 de julio al 22 de septiembre, y la **temperatura** máxima promedio diaria es **más** de 36 °C. Los días **más** calurosos de agosto, tienen **temperatura** máxima promedio de 36 °C y una **temperatura** mínima promedio de 24 °C. por otra parte Las lluvias son abundantes de marzo a mayo y de octubre a noviembre. Las

temporadas más secas del año son de entre enero a febrero y de julio a agosto, la niebla es extraordinariamente poco frecuente y de 365 días 10 de ellas tienen niebla.

Por esta razón se hace necesario realizar un seguimiento y monitoreo de los incendios de la cobertura vegetal, para lo cual es indispensable implementar, actualizar y mejorar los modelos y aplicativos conceptuales e informáticos que permiten la asimilación y el análisis de la información de las variables en tiempo real con mayor cobertura espacial y temporal, para la emisión de alertas tempranas. Por esta razón la adopción y el uso de los sistemas de información geográfica SIG utilizados para el geoprocésamiento y modelación de la información espacial, en este caso con enfoque ambiental, permite obtener resultados concretos para la identificación de terrenos que tienen probabilidad de ser afectados.

## Objetivos

### **Objetivo general.**

producir un mapa de amenazas por incendios forestales en el área del municipio del Espinal, Mediante la implementación del protocolo para la realización de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.00 con el empleo de SIG.

### **Objetivos específicos.**

- Recopilar la información secundaria para la creación de los componentes necesarios en la realización del mapa de Amenaza de incendios.
- Modelar en SIG los datos de acuerdo con la propuesta ajustada para generar los distintos componentes o variables consideradas como determinantes de los incendios.
- Sintetizar los componentes modelados mediante fórmulas designadas por el protocolo de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.00 para producir el mapa final de amenazas por incendios forestales.

## Marco Legal

Existen documentos de política, decretos, acuerdos, resoluciones, entre otros que hacen alusión a la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el Banco Nacional de Imágenes (BNI), pero no profundizan sobre lineamientos y pautas sobre el uso de estos y de la información geográfica en general.

Uno de ellos es el Decreto 3851 del 2 de noviembre de 2006 que determina la creación de la Infraestructura Colombiana de Datos, éste, en su artículo séptimo, define a la ICDE como uno de sus principales componentes, específicamente en el tema de información geográfica. De igual forma, define la información oficial básica como: “[ la información de carácter estadístico, geográfico, de personas y territorial, de utilidad para la administración, resultante de procesar bases de datos conformadas a partir de registros, censos encuestas y observaciones]”.

De igual manera el documento CONPES 3585 de 2009, manifiesta la consolidación de la política nacional de información geográfica y la infraestructura colombiana de datos espaciales (ICDE) define algunos lineamientos para desarrollar las actividades pertinentes que articulen la producción, disponibilidad, acceso y uso de la información geográfica a nivel de las entidades del Estado. Por otra parte, el documento plantea la necesidad de “desarrollar normatividad que defina el uso de la IG oficial por parte de las entidades públicas” y propone, en el plan de acción, la elaboración de una norma enfocada en la temática de estudio.

**Tabla 1.***Marco legal colombiano para la Gestión del Riesgo de Desastres*

<b>Norma</b>	<b>Ente Que Lo Expide</b>	<b>Alcance</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>Ley 1523 De 2012</b>	<b>CONGRESO DE LA REPÚBLICA</b>	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.	La gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Ley 1523, 2012).
<b>ley 1575 de 2012</b>	<b>CONGRESO DE LA REPÚBLICA</b>	Por medio de la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia.	Se expide por parte del gobierno nacional con el fin de establecer dentro del territorio políticas encaminadas a la prevención de incendios, la atención de incidentes con materiales peligrosos, la amenaza que se presenta a causa de los fenómenos naturales y antropogénicos, de tal manera, que además de definir situaciones de riesgo inminente, faculta a

---

			<p>entidades descentralizadas, terceros y especialmente a la dirección nacional de bomberos, a cumplir con la presente función administrativa, como medida de acción gubernamental que busca resarcir y cumplir a largo plazo con los proyectos y programas de gestión para la protección y mitigación contra toda alerta de incendio (Ley 1575, 2012).</p>
<p><b>Decreto 1807 de 2014</b></p>	<p><b>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA</b></p>	<p>Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>establece los proyectos de revisión que se deben adelantar a nivel centralizado y descentralizado, de manera gradual como medida de control para contrarrestar los diferentes riesgos o fenómenos que se presentan a mediano o largo plazo dentro del desarrollo de políticas programadas por la autoridad competente para la ejecución del POT, en este caso, la facultad que le asiste para delimitar las zonas que, por su expansión urbana o rural, presentan afectación de suelo (Ley 1807, 2014).</p>

---



## **Diseño Metodológico**

En este trabajo se usó el software ArcGIS como herramienta principal en el proceso de generación del mapa de amenaza de incendios forestales. En la elaboración se llevaron a cabo procedimientos de normalización de todos los shapefile, de diferentes paginas (IDEAM, IGAC, DANE, EARTH DATA, además de la ejecución de herramientas y procesos, específicos del software ArcGIS para la obtención de las capas temáticas que hacen parte de los insumos requeridos para este tipo de análisis.

A continuación, se expone la metodología utilizada para la generación de información en cada una de las etapas previas a la generación del mapa de amenaza. Para su elaboración los factores tenidos en cuenta fueron: Susceptibilidad total, Precipitación, Temperatura, Pendientes, y Accesibilidad.

### **Susceptibilidad de la cobertura vegetal**

La susceptibilidad de la cobertura vegetal, se analiza mediante la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación, según lo propuesto en el modelo de combustibles desarrollado para Colombia por (Paramo, G.E. , 2007). la vegetación fue clasificada desde tres factores principales: tipo de combustible, duración del combustible y carga total del combustible, los cuales sumados dan como resultado la susceptibilidad total de la vegetación y la calificación de susceptibilidad a incendios.

La información más actualizada se obtiene a partir del Shapefile de la cobertura de la tierra que se encontró en la página del SIAC, en la que a cada tipo de cobertura dependiendo de sus características le fueron asignados valores entre uno y cinco, que representan el nivel de

susceptibilidad de esa cobertura con respecto al factor analizado, para tener más claridad de esta clasificación se presenta en la Tabla 1, el anexo 2 del protocolo de incendios forestales del IDEAM. “*equivalencias de características del combustible vegetal a las categorías del nivel 3 del sistema Corine Landa cover para Colombia*” (IAvH,IGAC, IIAP,INVEMAR, SINCHI. , 2007) donde se presentan datos del tipo de cobertura de un terreno, duración, tipo y carga del combustible.

**Tabla 2**  
*Calificación De Tipo De Combustible*

<b>COBERTURA (CLASIFICACION CORINE LAND COVER-NIVEL3-)</b>	<b>CODIGO CORINE LAND COVER</b>	<b>TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>CALIFICACION TIPO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>DURACION DEL COMBUSTIBLE</b>	<b>CALIFICACION DURACION DE COMBUSTIBLE</b>	<b>CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE</b>	<b>CALIFICACION CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE</b>
<i>1.1.1 Tejido urbano continuo</i>	111	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas (menos de 1Ton/ha)	2
<i>1.2.1 zonas industriales o comerciales</i>	121	No combustibles	1	No combustibles	1	No combustibles	1
<i>1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados</i>	122	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas (menos de 1Ton/ha)	2
<i>1.2.3 Zonas perturbadas</i>	123	No combustibles	1	No combustibles	1	No combustibles	1
<i>1.2.4 Aeropuertos</i>	124	No combustibles	1	No combustibles	1	No combustibles	1
<i>1.2.5 Obras hidráulicas</i>	125	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas	1	Áreas urbanas (menos de 1Ton/ha)	2
<i>1.3.1 zonas de extracción minera</i>	131	No combustibles	1	No combustibles	1	No combustibles	1
<i>1.3.2 Zonas de disposición de residuos</i>	132	No combustibles	1	No combustibles	1	No combustibles	1
<i>1.4.1 Zonas verdes urbanas</i>	141	Pastos	5	1 hora	4	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>1.4.2 Instalaciones creativas</i>	142	Pastos	5	1 hora	4	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.1.1 Otros cultivos transitorios</i>	211	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.1.2 Cereales</i>	212	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.1.3 Oleaginosas y leguminosas</i>	213	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.1.4 Hortalizas</i>	214	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.1.5 tubérculos</i>	215	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3
<i>2.2.1 Cultivos permanentes herbáceos</i>	221	Hierbas	4	10 horas	3	Baja (1-50Ton/ha)	3

protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

Una vez se asignaron las calificaciones de tipo, duración y carga de combustibles, se procedió a la suma de cada uno de ellos (álgebra de mapas); el resultado obtenido se agrupó posteriormente en 5 categorías mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asignó una calificación con los valores obtenidos 3 a 13 que se utilizaron para calificar los factores en muy bajo, baja, media, alta, y muy alta y de esta manera se obtiene el mapa de susceptibilidad total organizado en la Tabla 2.

**Tabla 3.**

*Calificación y Categorización de la Susceptibilidad*

<b>Calificación De Susceptibilidad</b>	<b>Calificación</b>
Muy baja	1
Baja	2
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

*Nota.* Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - escala 1:100.000 (IDEAM, 2011).

A continuación, la fórmula del protocolo de incendios forestales del IDEAM para hallar la Susceptibilidad de la vegetación.

$$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)$$

Dónde:

**SUSC:** Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

**CAL (tc):** Calificación por tipo de combustible

**CAL (dc):** Calificación de la duración de los combustibles

**CAL (ct):** Calificación de la carga total de combustibles

## **Precipitación**

El factor de precipitación se obtuvo a partir de la información geográfica de datos abiertos del IDEAM, el tema es seguimiento y caracterización del clima, los datos corresponden a los escenarios de precipitación de 1976-2005, Considerando que en los Valles interandinos de la Cuenca Magdalena se aprecia que hacia el sur se hace más marcada la temporada seca de mitad de año y es más lluviosa la temporada seca de principios de año. La región Andina posee una gran diversidad pluviométrica, con lluvias relativamente escasas (hasta 500 mm), y a lo largo de la cordillera oriental entre 1000 y 1500 mm.

Un día *mojado* es un día con al menos *1 milímetro* de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Espinal varía considerablemente durante el año.

La *temporada más mojada* dura *9,1 meses*, de *5 de marzo* a *9 de diciembre*, con una probabilidad de más del *49 %* de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del *71 %* el *17 de abril*. A diferencia del tiempo *seco* que dura *2,9 meses*, del *9 de diciembre* al *5 de marzo*. La probabilidad mínima de un día mojado es del *28 %* el *13 de enero*.

Con respecto a lo anterior con estos valores se realiza la distribución de la precipitación del municipio del espinal Tolima, con los cuales se procedió a la calificación.

En la Tabla 3, se puede analizar la categorización de la amenaza de la precipitación dándole una calificación de 1 a 5, donde 1 es muy bajo y corresponde a una precipitación anual Árida y 5 es muy alto con una precipitación anual Muy seca.

**Tabla 4.***Calificación y Categorización de la Precipitación Media Anual*

<b>Precipitación Media Anual (Mm)</b>	<b>Categoría De Amenaza</b>	<b>Calificación</b>
<b>Árido (0-500)</b>	Muy Baja	1
<b>Pluvial (&gt;7000)</b>	Muy Baja	1
<b>Muy húmedo (3000-7000)</b>	Moderada	2
<b>Húmedo (2000-3000)</b>	Moderada	3
<b>seco (1000-2000)</b>	Alta	4
<b>muy seco (500-1000)</b>	Muy Alta	5

*Nota.* Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

**Temperatura**

En Espinal, los veranos son cortos, tórridos, bochornosos y mayormente nublados con inviernos cortos, calientes, opresivos, mojados y nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 36 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 39 °C.

La *temporada calurosa* dura 1,7 meses, del 30 de julio al 22 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 36 °C. los días más calurosos del año *se presentan en agosto*, con una temperatura máxima promedio de 36 °C y una temperatura mínima promedio de 24 °C. A diferencia de la *temporada fresca* que dura 2,0 meses, del 19 de octubre al 18 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 34 °C. con días fríos *en enero*, con una temperatura mínima promedio de 23 °C y máxima promedio de 35 °C.

Para el tratamiento de estos datos la información del factor temperatura se obtuvo por medio del gradiente térmico se escogió la región MAGDALENA con una ecuación de regresión

$Y = 29.6 - 0.00624X$  además con gradiente °C/km (6.24), y temperatura 0 m de altitud (29.6).

(Pabón, J.,J. Eslava & R. Gómez, 2001)

A continuación, se describe con la tabla 4, la calificación y categorización de la temperatura de 1 a 5 desde Nival a Cálido correspondientemente.

**Tabla 4.**

*Calificación y categorización de la temperatura.*

<b>Precipitación Media Anual (Mm)</b>	<b>Categoría De Amenaza</b>	<b>Calificación</b>
<b>Árido (0-500)</b>	Muy Baja	1
<b>Pluvial (&gt;7000)</b>	Muy Baja	1
<b>Muy húmedo (3000-7000)</b>	Moderada	2
<b>Húmedo (2000-3000)</b>	Moderada	3
<b>seco (1000-2000)</b>	Alta	4
<b>muy seco (500-1000)</b>	Muy Alta	5

*Nota.* Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00  
Fuente: IDEAM

**Tabla 5.**

*Calificación y Categorización de la Temperatura.*

<b>Temperatura Media Anual (°C)</b>	<b>Categoría De Amenaza</b>	<b>Calificación</b>
<b>Nival (&lt; 6)</b>	Muy baja	1
<b>Muy frío (6-12)</b>	Baja	2
<b>Frio (12-18)</b>	Moderada	3
<b>Templado (18-24)</b>	Alta	4
<b>Cálido (&gt;24)</b>	Muy alta	5

*Nota.* protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00

**Fuente:** (IDEAM, 2011)

## Pendiente

Se obtuvo a partir de un modelo digital de elevación (IDEAM, 2011) de Earthdata de la Nasa, el software ArcGis proporciona una herramienta en la que a partir del DEM se genera una nueva capa con rango de pendientes que pueden ser presentadas en grados o porcentajes como se describe en la siguiente Tabla, presentando una categoría de pendiente de 0 a >75.

**Tabla 6.**

*Calificación y Categorización de la Pendiente*

<b>Pendiente (%)</b>	<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>
<b>0-7</b>	Muy baja	1
<b>7-12</b>	Baja	2
<b>12-25</b>	Media	3
<b>25-75</b>	Alta	4
<b>&gt;75</b>	Muy alta	5

*Nota.* protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00

(IDEAM, 2011)

## Factor Histórico

Al contar con conocimientos de áreas de estudio se pudo determinar un registro histórico de los lugares con que más frecuencia de incendios, esto a través de una plataforma digital llamada Des Inventar que permite la medición de las vulnerabilidades y los riesgos a través del registro de los impactos de los pequeños, medianos y grandes desastres, mediante un sistema de información, así mismo se encontró sitios donde se han presentado incendios del 2012 al 2016.

Una vez obtenidos estos lugares se determinó unas distancias en buffer, obteniendo resultados de distancia de 0 a 750 y calificaciones de 1 a 5, dichos datos están descritos en la tabla 6.

**Tabla 7.***Calificación por Distancia*

<b>Distancia</b>	<b>Calificación</b>
<b>0</b>	1
<b>150</b>	5
<b>300</b>	4
<b>450</b>	3
<b>600</b>	2
<b>750</b>	1

*Nota.* Elaboración propia**Accesibilidad**

El factor de Accesibilidad fue generado a partir de la capa vial del municipio, a las vías principales, secundarias, y terciarias, se les determinó áreas de influencia de 500m (buffer), desde los 500m a más de 2000m, en la que la influencia disminuye a medida que se aleja de la vía, como determina la Tabla 7 con cada uno de los rangos de distancia.

**Tabla 8.***Calificación y Categorización de la Accesibilidad de la Ruta.*

<b>Distancia A La Vía (M)</b>	<b>Categoría De Amenaza</b>	<b>Calificación</b>
<b>&gt;2000</b>	MUY BAJA	1
<b>1500-2000</b>	BAJA	2
<b>1000-1500</b>	MODERADA	3
<b>500-1000</b>	ALTA	4
<b>0-500</b>	MUY ALTA	5

*Nota.* protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00

(IDEAM, 2011)



Después de obtener la información de cada uno de los factores se procedió a la generación del mapa de amenaza total por incendios forestales. Mediante el proceso de álgebra de mapas se hizo una suma ponderada de todos los factores con las calificaciones que le fueron asignados a cada uno dependiendo del grado de influencia en la generación del incendio. La siguiente fórmula se obtuvo del protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00 (IDEAM, 2011)

$$\text{Amenaza} = \text{susceptibilidad de la vegetación} \times (0,17) + \text{precipitación} \times (0,25) + \text{temperatura} \times (0,25) + \text{pendientes} \times (0,03) + \text{frecuencia} \times (0,05) + \text{accesibilidad} \times (0,03)$$

Una vez realizada la respectiva suma ponderada, se procede a realizar una distribución de frecuencias en 5 rangos para así llegar a categorizar y calificar el grado total de amenaza, datos descritos en la Tabla 8.

**Tabla 9.**

*Calificación y Categorización de la Amenaza*

<b>Calificación</b>	<b>Categoría De Amenaza</b>
<b>1</b>	Muy Baja
<b>2</b>	Baja
<b>3</b>	Moderada
<b>4</b>	Alta
<b>5</b>	Muy Alta

*Nota.* protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00  
(IDEAM, 2011)

## **Análisis De Resultados**

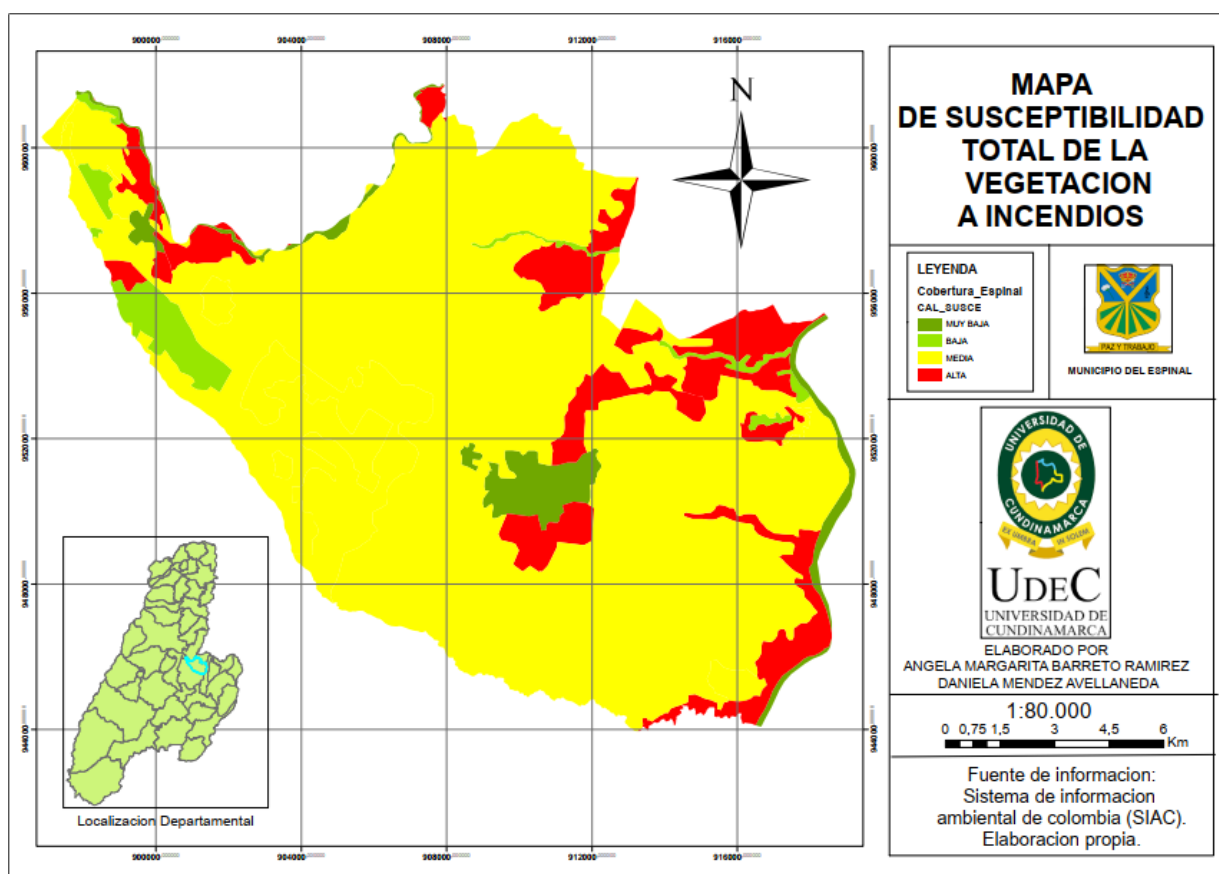
Como resultado del análisis se entregan mapas en que se representa la amenaza de incendios forestales en el municipio del Espinal, Tolima, y los diferentes factores que inciden en ellas, incluyendo un mapa consolidado de la susceptibilidad de las coberturas ante incendios, un mapa de precipitación, pendiente, temperatura, accesibilidad y un mapa final en que se muestra la zonificación de la amenaza de incendios forestales como producto de la ponderación de todos los factores tenidos en cuenta en el presente estudio. Los mapas elaborados, así como la clasificación y análisis realizados constituyen una de las bases principales para el proceso de toma de decisiones ante escenarios de riesgo de incendios, por lo cual se espera que los mismos permitan una mejor comprensión de los niveles de amenaza a los cuales se encuentra sometido el municipio de acuerdo a las condiciones climáticas, de cobertura vegetal, de relieve y accesibilidad propias de la zona. A continuación, se describen cada uno de los resultados obtenidos y se hace un análisis de lo encontrado tras el proceso de zonificación del riesgo de incendios forestales para el municipio del Espinal, Tolima.

### **Susceptibilidad**

Fue elaborado el mapa de susceptibilidad de las coberturas a incendios forestales, proceso que consistió en el cálculo mediante álgebra de mapas aplicado sobre las calificaciones de la Amenaza para cada factor (Duración, Carga y Tipo de combustible), este mapa se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 1**

*Mapa de Susceptibilidad Total de la Vegetación a Incendio.*



*Fuente:* Elaboración Propia

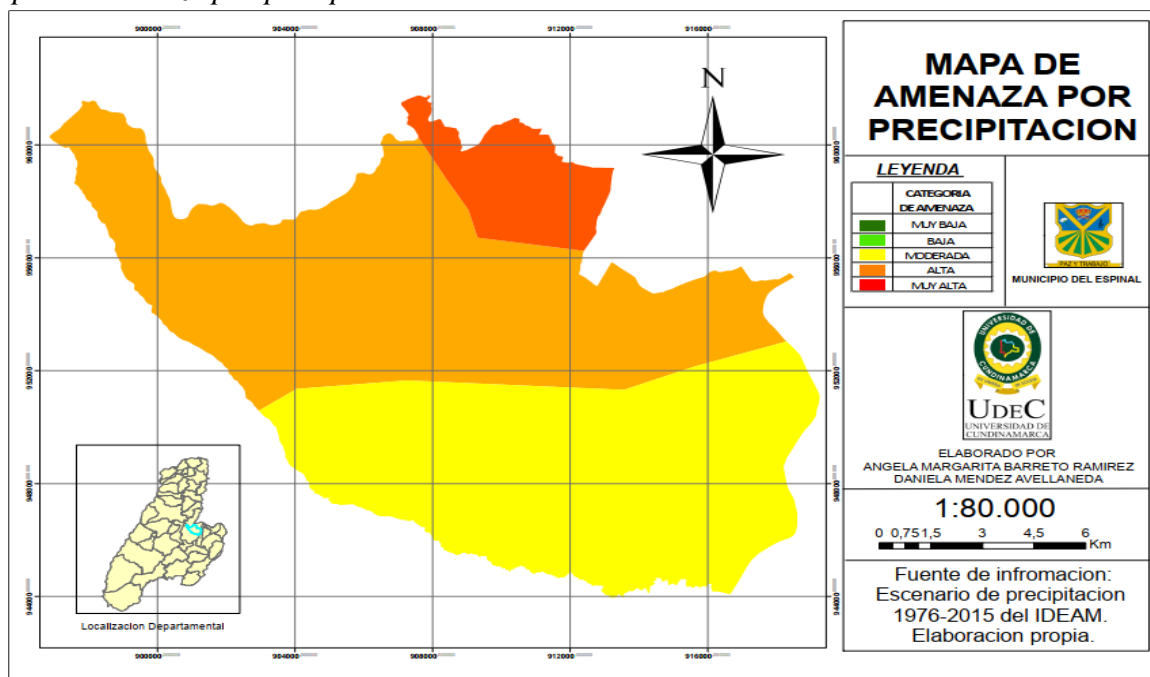
Realizando el análisis de la distribución de la susceptibilidad a incendios forestales se encontró que 1,747,757.197 Hectáreas presentan grado de susceptibilidad "Media, presentándose a lo largo de prácticamente todo el territorio, en las zonas donde predominan los pastos y hierbas considerados combustible livianos (IDEAM, 2011) que se caracterizan por ser combustibles ligeros de rápida ignición cuyo contenido de biomasa es bajo, lo que explica que puedan tener mayor grado de afectación; se destaca que este grado alto de afectación puede presentarse en casi toda la superficie jurisdiccional correspondiente a las veredas Guayabal, Dindalito centro, Trinidad, las delicias, Santa Ana, Agua blanca baja, Gaudalejo, caimanera y

Talura puerto peñón. El grado de susceptibilidad “Alta” Corresponde a un área 265,276.386 Hectáreas, en estas zonas predominan los arbustos y herbazales hacia las veredas Montalvo, Talura, Guadalejo y una porción en los límites de “alta”. El grado de susceptibilidad “Baja” corresponde a tan solo un área de 66,387.233 Hectáreas, ubicado hacia la vereda rincón de San francisco y una Proción de San francisco Centro; los parches correspondientes a esta categoría están conformados por vegetación secundaria como arboles pequeños y vegetación arbustiva. La Susceptibilidad “Muy Baja” ocupa un área correspondiente a 855,686.363 Hectáreas del municipio, en la zona donde predomina la cobertura arbórea de la región ubicándose en el Centro poblado y vereda Agua blanca Baja correspondiente al sector la Morena.

## Precipitación

### Figura 2

Mapa de amenaza por precipitación.



**Fuente:** Elaboración Propia

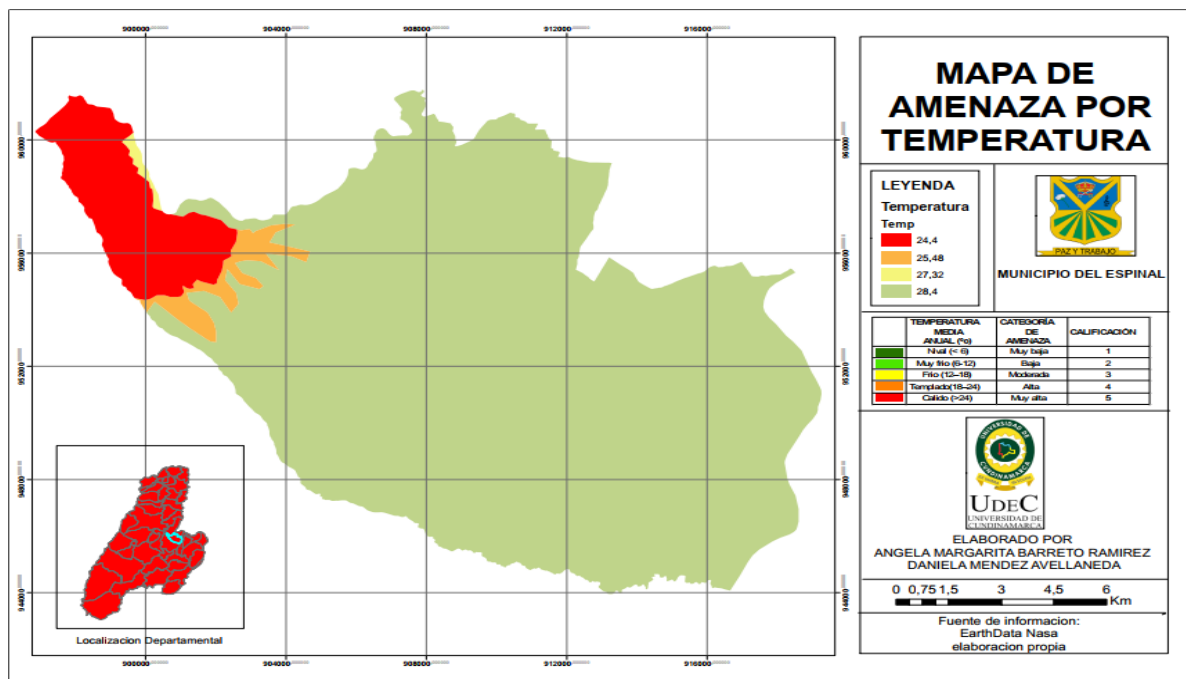
Teniendo en cuenta que para el territorio colombiano El fenómeno del Niño genera condiciones especialmente aptas para la ocurrencia de incendios en la cobertura vegetal y de

acuerdo a la recomendación del protocolo (IDEAM 2011), se tuvo en cuenta la elaboración del mapa de amenaza por factor de precipitaciones bajo el escenario de condición climáticas medias. Donde se describe en la figura 2 que la precipitación de 2000mm sería clasificada como "Moderada" en las veredas Montalvo, Talura, Puerto peñón, vereda Canas, Vereda Guadualejo, caimanera, coyarco. La categoría "Alta" 1500mm en veredas la arenosa, Rincón de San Francisco, Trinidad, la joya, Agua Blanca alta y Dindalito sector Sena guayabal. La categoría "Muy Alta" 1000mm se evidencia en zonas veredales Agua blanca sector la Dulce, Agua blanca baja sector la Morena.

## Temperatura

### Figura 3

*Mapa de amenaza por Temperatura*



**Fuente:** Elaboración Propia

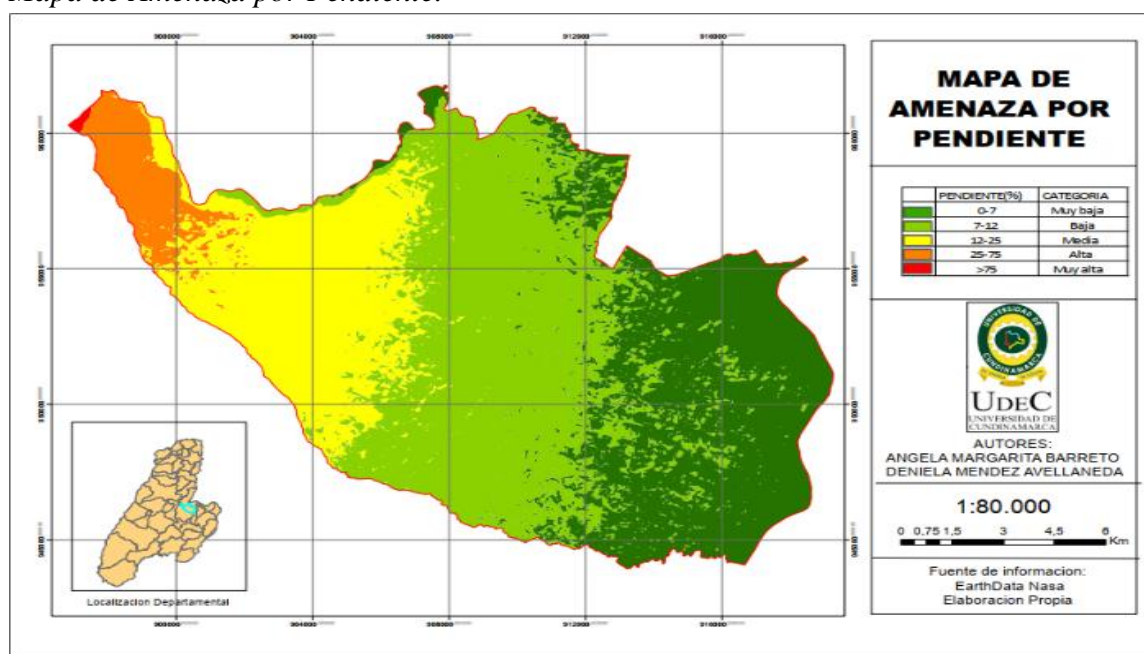
Los factores climáticos de mayor influencia en la generación y propagación de incendios forestales y que se consideran en esta propuesta, son la temperatura media multianual y la

precipitación media multianual, bajo condiciones normales. (Pabón, J.,J. Eslava & R. Gómez, 2001). De acuerdo con las salidas graficas obtenidas en el Mapa de Amenaza por Temperatura de la figura 5, es posible analizar que el municipio de El Espinal se encuentra dentro de las zonas con categoría de amenaza por incendio “muy alta” ya que la temperatura media anual es de 28,4 °C a causa del cambio climático que hace presente en temporadas de sequía muy prolongados y de altas temperaturas en la mayor parte del territorio.

## Pendiente

### Figura 4

*Mapa de Amenaza por Pendiente.*



**Fuente:** Elaboración Propia

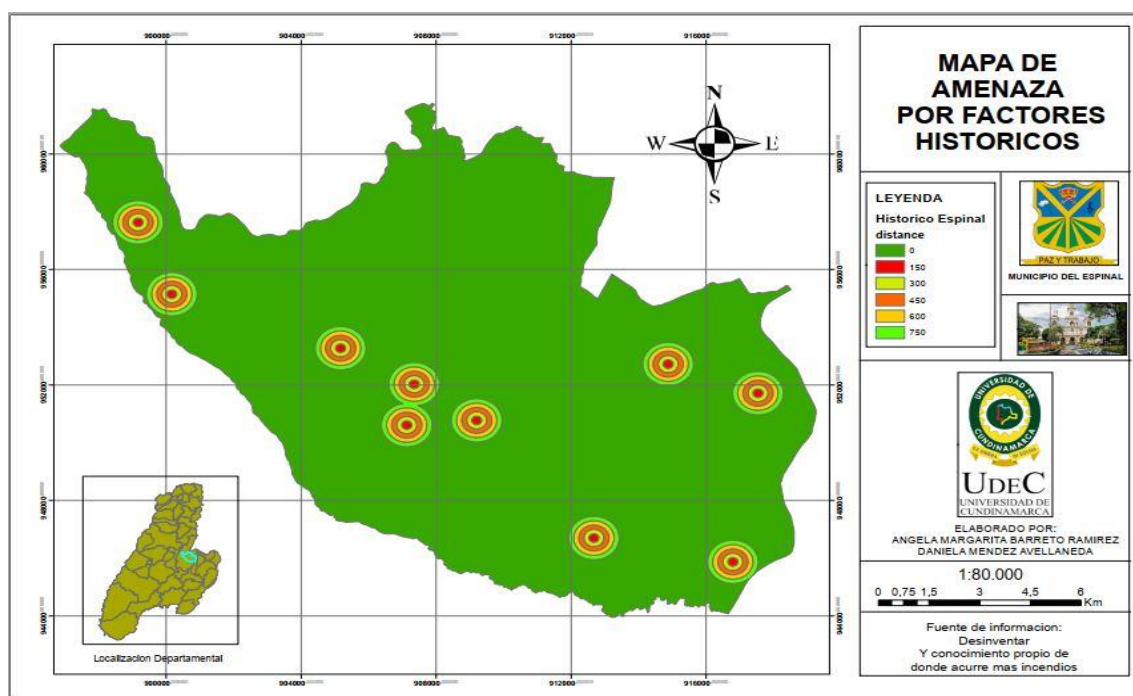
El ángulo que ofrecen las superficies de terreno, favorece la propagación del fuego, aumentando la peligrosidad, por efecto de la velocidad que otorga una mayor pendiente (IDEAM, 2011). El análisis de la incidencia de las pendientes en la amenaza de incendios forestales en el municipio del Espinal arrojó de acuerdo con la figura 4 que debido a que la mayor parte de la unidad territorial se compone de planicies más o menos uniformes, la amenaza

de incendios por este factor es predominante en categorías “Muy Bajas, Bajas y medias” en 0-7%, 7-12% y 12-25% de la superficie del mismo respectivamente.

### Histórico.

#### Figura 5

*Mapa de Amenaza por Factor Historico.*



**Fuente:** Elaboración Propia

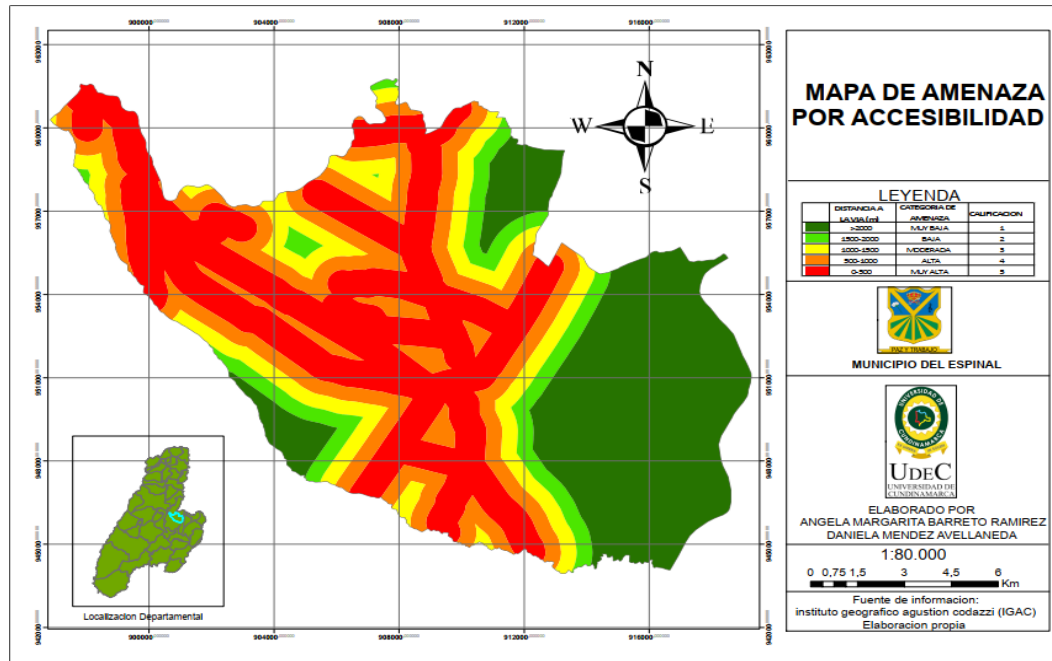
El factor histórico es de gran importancia porque con él se pudo determinar las áreas más propensas de sufrir incendios y la posible propagación en áreas aledañas a las ya afectadas, en donde la calificación (5) con distancia de 150m “muy alta” pertenece a las zonas con mayor susceptibilidad en cuanto a la expansión de dicho fenómeno por consiguiente, de acuerdo a la figura 5 entre más cerca está el punto de interés mayor potencial tendrá el terreno de sufrir un incendio forestal. De izquierda a derecha, (Punto 1) Al oeste vereda San francisco centro, (punto 2) veredas Rincón de san francisco y Trinidad; (punto 3) al sur, veredas Dindalito sector Sena, (punto 4 y 5) vereda sucre, (punto 6) parte Nor oeste del

Espinal; (punto 7 y 8) al Nor Este, veredas Montalvo y Talura puerto peñón; (punto 9 y 10) veredas Guadalejo y aguas claras

## Accesibilidad

### Figura 6

*Mapa de amenaza por accesibilidad.*



**Fuente:** Elaboración Propia

El factor accesibilidad es de gran importancia porque con él se puede determinar, el grado de acercamiento que tiene la población a las zonas con coberturas vegetales, aumentando la posibilidad de generar un incendio forestal con el desarrollo de sus actividades. El mapa de amenaza por accesibilidad de la figura 3 describe que el grado de amenaza por accesibilidad aumenta o disminuye según sea mayor o menor la distancia a las vías. A mayor distancia menor es la amenaza, para el presente estudio se tomaron las vías primarias y secundarias del municipio del Espinal.

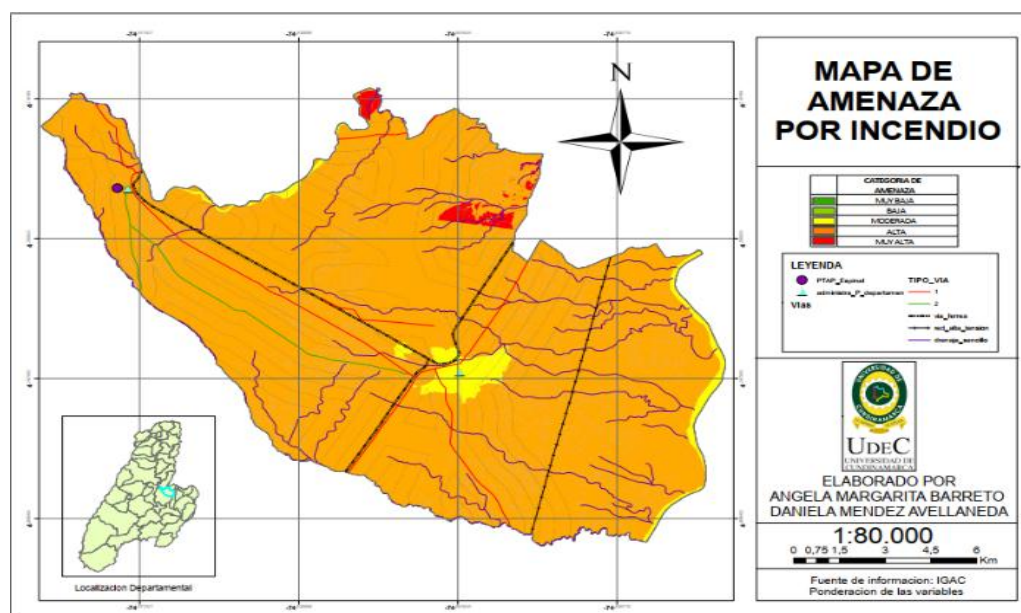


La amenaza “Muy Baja” producida por este factor ocupa una parte significativa de la superficie con distancias en la vía mayor a 2000 metros, aunque corre el riesgo de disminuir como producto de la expansión urbana y el auge de la modernización y expansión de vías que vive el país. Por otro lado, la amenaza “Muy Alta” de 0 a 500 m de distancia ocupan la mayor parte de la superficie del municipio.

## Incendio.

### Figura 7

*Mapa de amenaza por Incendio.*



**Fuente:** Elaboración Propia

Luego de generar la información de susceptibilidad de amenaza de cada variable se procede a realizar la suma ponderada en correlación a los factores en el municipio de El Espinal y la generación del mapa de amenaza por incendios forestales. El principal nivel corresponde a la categoría de amenaza “alta” siendo los factores climáticos más relevantes, temperatura mayor a 24°C y precipitaciones “moderadas” “medias” que en presencia de coberturas vegetales

susceptibles predominantes de pastos y hierbas, a pendientes bajas y con gran parte de la unidad territorial compuesta por planicies se logran reunir condiciones aptas para producir incendios forestales de gran impacto con mayor grado de afectación y presentarse en casi toda la superficie jurisdiccional. Por otra parte, las veredas que son más propensas y tienen mayor probabilidad de sufrir de incendios forestales se encuentran en la parte Sur oeste, Sur y Sur este del municipio ya que estas, se encuentran en vías con grados de susceptibilidad mayor a diferencias de aquellas en los que el acceso es difícil.

## Conclusiones

La elaboración de mapas y análisis de los factores que inciden en la amenaza de incendios forestales en el territorio tolimense implicó el procesamiento de información como: el tipo de vegetación, variables climáticas y de accesibilidad, para su desarrollo fue necesario el apoyo en la metodología del Protocolo (IDEAM, 2011)

Se espera que los mapas generados, sean de utilidad a los entes municipales como aporte a una mejor comprensión del fuego y de sus amenazas intrínsecas, debidas a las condiciones climáticas, históricas, de cobertura vegetal, y de accesibilidad que tiene el departamento del Tolima, específicamente en el municipio del Espinal.

La información espacial y la cartografía digital en particular debe ser considerada y tratarse como un bien público, ya que siendo la geografía la columna vertebral, la componente inevitable en la concepción del territorio, debería ser la plataforma sobre la cual se construye el conocimiento que permite el desarrollo del país.

Los mapas de amenaza por factor se elaboraron de manera individual, tal proceso implicó la realización de interpolaciones de los datos climáticos procesados, el corte de todas las capas Obtenidas y la reclasificación de su contenido de acuerdo a los criterios establecidos o Consultados en bibliografía, en general se establecieron cinco categorías de amenaza aplicables a todos los factores utilizados en el presente trabajo.

Como primera categoría se analizó la variable de Susceptibilidad con ella se determinó que el tipo de vegetación predominante en el departamento corresponde a Hierbas, Pastos y algunos cultivos, que son considerados combustibles livianos, pero que ofrecen rápida propagación del fuego, razón por la que su control puede ser más difícil y el impacto en términos de áreas afectadas puede ser mayor.

La mayoría de los factores considerados, dentro de la sinergia que determina la ocurrencia de eventos de inicio y posterior propagación de incendios en el departamento, son de tipo climático por esto con el Mapa de Amenaza por Temperatura, el municipio de El Espinal se encuentra en una categoría de amenaza por incendio “muy alta” ya que la temperatura media anual es de 28,4 °C a generando temporadas de sequía muy prolongados y de altas temperaturas. Son muy pocas las acciones que se puedan adelantar como medida de mitigación de la amenaza; sin embargo, teniendo en cuenta que la “Alta” amenaza está en gran medida determinada por las coberturas presentes (Pastos, Hierbas y Cultivos) que son de rápida ignición y propagación del fuego.

En la variable de precipitación el municipio del Espinal, se determinan tres tipos de amenaza de 2000mm clasificada como “Moderada, la categoría “Muy Alta y Alta” con precipitaciones de 1000mm y 1500mm correspondientemente, siendo esta ultima la de mayor cobertura del municipio. Cabe resaltar que mientras menos precipitación haya, mayor será la posibilidad de

Presentar un incendio forestal. Es por ello que a menos precipitación se considera una amenaza más alta.

Con el mapa de Accesibilidad se logra determinar el grado de acercamiento que tiene la población a las zonas con coberturas vegetales, aumentando la posibilidad de generar un incendio forestal con el desarrollo de sus actividades en el Espinal la mayor categoría de esta variable es de amenaza “Muy Alta” de 0 a 500 m de distancia.

La mayor parte de la unidad territorial se compone de planicies más o menos uniformes, información determinada con ayuda del factor de pendiente donde la amenaza de incendios es predominante en categorías “Muy Bajas, Bajas y medias” en 0-7%,7-12% y 12-25% de la superficie del municipio del Espinal respectivamente.

Se requiere de especial atención en las zonas aledañas a las principales carreteras, del departamento, por parte de los entes encargados del manejo del riesgo en la región y de la comunidad en general, dado que en estas zonas se presentan los mayores focos de riesgo de incendios con “Alta” probabilidad de que los mismos se extiendan y produzcan considerables pérdidas en términos humanos, ambientales, y materiales.

## Bibliografía

- Balde, B., & Vega, C. (2019). Estimación de emisiones de GEI y sus trayectorias en grandes incendios forestales en Cataluña, España. *Madera bosques*, 25(2).
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Martín, P., Vilar, L., . . . Salas, J. (2007). Generación de un Modelo de Peligro de Incendios Forestales mediante Teledetección y SIG. *Teledetección-Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*, 19-26.
- IAvH,IGAC, IIAP,INVEMAR, SINCHI. . (2007). *Ecosistemas continentales, Costeros y marinos de Colombia. Mapa y memoria Técnica. .*
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000*. Bogota: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- IDEAM. (s.f.). *El Medio Ambiente En Colombia* . Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap7.pdf>
- Pabón, J.,J. Eslava & R. Gómez. (2001). *Generalidades de la Distribucion espacial y Temporal de la Temperatura del Aire y de la Precipitacion en Colombia, Meteorol.Colom Bogota D.C*. Obtenido de <https://docplayer.es/21728129-Generalidades-de-la-distribucion-espacial-y-temporal-de-la-temperatura-del-aire-y-de-la-precipitacion-en-colombia.html>
- Paramo, G.E. . (2007). *Analisis, Diagnostico y Elaboracion del pala de susceptibilidad a los incendios de la Cobertura Vegetal en Colombia. Contrato de Consultoria No. 2062372 (MAVDT-FONADE). Informe Final*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/14369/ANEXOS+protocolo+incendios.pdf/44f98b4b-584f-4488-b2d5-c0c555be6c11>

Pausas, J. (2020). *Incendios forestales*. Madrid, España: Los Libros De La Catarata.

RCN radio . (14 de enero de 2020). *Incendios firestales golpean minicipias del tolima: este años ya van más de 20* . Obtenido de <https://www.rcnradio.com/colombia/region-central/incendios-forestales-golpean-municipios-del-tolima-este-ano-ya-van-mas-de>

Congreso de la Republica. (2012, 21 de Agosto). *Por medio de la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia*. secretariasenado. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1575\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1575_2012.html)

Congreso de la Republica. (2012, 24 de Abril). *LEY 1523*. secretariasenado. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1523\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html)

Congreso de la Republica. (2012, 24 de Abril). *Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. secretariasenado. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1523\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html)

El Presidente de la Republica de Colombia. (2014, 19 de Septiembre). *Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones*. funcionpublica. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=59488>

## **Anexos**

Anexo el link donde se encontrarán, salidas gráficas, e información geográfica

<https://mailunicundiedu->

[my.sharepoint.com/:u:/g/personal/amargaritabarreto\\_ucundinamarca\\_edu\\_co/EVt2TI](https://mailunicundiedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/amargaritabarreto_ucundinamarca_edu_co/EVt2TI)

[OhCotCldHvIMt62MIBHRcC-Eytk1AMm24WzpLKA?e=cJhHl6](https://mailunicundiedu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/amargaritabarreto_ucundinamarca_edu_co/EVt2TI?e=cJhHl6)