

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES EN NIMAIMA,
CUNDINAMARCA.**

TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIRA AMBIENTAL

Autores:

Daniela Valenzuela Olaya

Dayana Yobana Rocha Guzmán

Director:

Hernán Granda Rodríguez

2020

1. ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES EN NIMAIMA, CUNDINAMARCA.

2. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son un problema ambiental de nivel global, existen Organismos internacionales que se encuentra preocupados por la recurrencia de los incendios forestales en todos los países, los cuales generan impactos negativos a los sistemas boscosos, principalmente disminuyen la biodiversidad y afectan la regulación climática. En Colombia, es una problemática constante en los periodos de menores precipitaciones y se intensifica en épocas del fenómeno del Niño. Los Incendios forestales en el territorio nacional a contribuido a la degradación de los ecosistemas boscosos del país, cada año afectan un promedio de 42.000 hectáreas (MAVDT 2010). Estas amenazas se convierten en uno de los problemas que enfrentan los ecosistemas, principalmente en zonas rurales como en el Municipio de Nimaima, Cundinamarca el cual ha registrado varios de estos eventos en zonas apartadas del casco urbano del municipio el más reciente en el año 2019 el cual fue extinguido después de cuatro días de su inicio (Noticias & Gobernación de Cundinamarca, 2019). Este sucedió específicamente en la vereda Teresa. Dentro de los principales efectos de estos eventos sobre el territorio es la pérdida de la cobertura vegetal, destrucción del hábitat de las especies que pertenecen a la zona, emisión de carbono, emisión de material particulado y deterioro en la calidad del recurso hídrico.

En este sentido, a nivel nacional se han venido creando normas y regulaciones enfocadas a la prevención de los incendios forestales. El Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 realizado por Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) es una herramienta que permite trabajar sobre la prevención de los incendios forestales identificando las zonas con susceptibilidad y amenaza por estos eventos.

El presente proyecto pretende generar el mapa de zonificación de amenazas de incendios forestales el cual permita identificar y establecer las áreas de amenaza por incendios forestales en el municipio de Nimaima Cundinamarca, a través del Sistema de Información Geográfica ArcGIS 5.0. Este mapa permitirá complementar la gestión del riesgo municipal y también servir como apoyo a las diferentes entidades públicas y privadas encargadas de la prevención y atención de desastres utilizando el componente geográfico como herramienta en la toma de decisiones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los incendios de la cobertura vegetal (ICV) son una problemática que afecta tanto al medio ambiente como a la población (Gómez, 2019). Estos hacen parte del grupo de amenazas naturales que tienen el potencial de afectar al hombre, sus estructuras y sus actividades (Umaña, 2017). En lo que respecta al ambiente, son una fuente de emisión de dióxido de carbono que contribuye al calentamiento global e igualmente causan destrucción de la superficie vegetal (Gómez, 2019).

Es una problemática de carácter mundial y nacional, según el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC, 2018), la diversidad biológica, la sostenibilidad de los recursos agua y suelo, así como algunas actividades humanas se ven afectadas en Colombia por los ICV y es un fenómeno que se presenta de forma recurrente durante los periodos secos anuales en especial en la zona Andina y específicamente en zonas rurales.

Por otro lado, en el municipio de Nimaima, ubicado en el departamento de Cundinamarca específicamente en la Provincia de Gualivá, se han presentado algunos de estos eventos, el más reciente en el año 2019 el cual fue extinguido después de cuatro días de su inicio (Noticias & Gobernación de Cundinamarca, 2019). Este sucedió específicamente en la vereda Teresa. En su momento las autoridades afirmaron que fueron consumidas aproximadamente 105 hectáreas de terreno. Según lo expuesto anteriormente, es necesario generar herramientas que ayuden a prevenir, controlar y restaurar áreas afectadas por incendios forestales, es aquí donde se hace importante determinar y zonificar el grado de amenaza por ICV en jurisdicción del municipio de Nimaima para que las autoridades municipales tomen las medidas necesarias para minimizar los daños que estos puedan generar a los ecosistemas y a la comunidad, a partir de un mapa de zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal. Finalmente, se ha formulado la siguiente pregunta para el desarrollo de la investigación ¿cuáles son las zonas y el grado de amenaza a incendios forestales en el municipio de Nimaima, Cundinamarca?

4. OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar el grado de amenaza por incendios forestales en el municipio de Nimaima, Cundinamarca.

Objetivos específicos.

- Analizar información secundaria disponible para la elaboración del mapa de amenazas por incendios del municipio de Nimaima.
- Diseñar un modelo de zonificación para la determinación de zonas en amenaza por incendios forestales en el municipio de Nimaima.

5. MARCO NORMATIVO.

A partir de la Constitución Política de Colombia, se han reglamentado políticas para el cuidado del medio ambiente y la gestión del riesgo en el país. Iniciando con el Decreto 2811 de 1974 por el cual se Dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente, seguido de la Ley 99 de 1993 por medio de la cual se crea el Sistema Nacional Ambiental, entre otros. La ley 322 de 1996 por la cual se crea el Sistema Nacional de Bomberos, es de vital importancia en lo que concierne al manejo de los incendios forestales en Colombia, dentro de ese marco se encuentra el decreto 4147 de 2011 en el que se crea La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y la Ley 1523 de 2012 por medio de la cual se adopta la política nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres. Dentro de este ámbito también se encuentra la Ley 1575 de 2012 por medio de la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia. Finalmente, en lo que concierne dentro del área de estudio, se encuentra el acuerdo 029 del 2000 en el que se adopta el esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Nimaíma, Cundinamarca y el Acuerdo 012 de 2016 por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

En la primera fase, se realizó una identificación y compilación de información secundaria requerida, a partir de descarga de datos en geo-portales del IGAC, datos geográficos del DANE, SIAC, IDEAM entre otras.

6.1. Insumos necesarios

Para la evaluación de amenazas de incendios forestales se requerirá de la siguiente información cartográfica:

6.1.1. Mapa base que contenga límites político-administrativos centros poblados, hidrografía, curvas de nivel y vías:

Este mapa se obtuvo descargando la cartografía base a nivel nacional disponible en el Geoportal del Departamento Nacional de Estadística (DANE).

6.1.2. Mapa de cobertura vegetal del área

El mapa de coberturas a nivel nacional se obtuvo a través de la página del IDEAM y su base de datos para todo el país. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C.

6.1.3. Mapa de precipitación medial multianual (isoyetas)

Esta información fue obtenida del mapa nacional de temperatura media anual presente en la base datos del IDEAM.

6.1.4. Mapa de temperatura media multianual (isotermas)

Esta información fue obtenida del mapa nacional de temperatura media anual presente en la base datos del IDEAM.

6.1.5. Mapa histórico de existencia de incendios forestales a nivel municipal

Existen ocasiones en las que los municipios no cuentan con un historial de incendios, esto provoca que la calidad de la información no sea óptima. Sin embargo, para la obtención de esta información se utilizó el Marco SENDAI para la Reducción del Riesgo de desastres, en este marco se encontró la información de los eventos ocurridos en el municipio, su ubicación y la descripción de los mecanismos de control que realizaron su manejo.

6.2. Procesamiento de la información

6.2.1. Mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios

Para la obtención del mapa de susceptibilidad, se analizó mediante la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación ((IDEAM), 2011), partiendo del mapa de coberturas (**Figura 3**) con el cual se generan 3 mapas que corresponden a: 1) Mapa de tipo de combustibles, 2) Mapa de duración de combustibles y 3) Mapa de carga de combustibles. Los criterios manejados se toman según los anexos del protocolo, **Anexo 2. Equivalencias de características del combustible vegetal a las categorías del nivel 3 del sistema Corine Land Cover para Colombia (IDEAM, IGAC, IAVH, SINCHI, IAP, IVEMAR 2010)** (IDEAM, 2011)

6.2.1.1. Mapa de tipo de combustibles

A partir del mapa de cobertura vegetal, se realizó la reclasificación mediante los tipos de cobertura, posteriormente se asignó un valor de calificación (ver **Tabla 2**) y también lo señalado en el **Anexo 2** del anexo.

Tabla 1. Tipo de combustible predominantes según el nivel 3 de cobertura vegetal.

Tipo de cobertura (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
2.2.1. Cultivos permanente herbáceos	Pastos / Hierbas
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos / Hierbas
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos / Hierbas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos / Hierbas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	Pastos / Hierbas
5.1.1. Ríos (50 m)	No combustible

Fuente: ((IDEAM), 2011)

Tabla 2. Calificación del tipo de combustible.

TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árboles	baja	2
Pastos/Hierbas	muy alta	5
Pastos	muy alta	5
No combustibles	muy baja	1
Áreas Urbanas	muy baja	1

Fuente: ((IDEAM), 2011)

6.2.1.2. Mapa de duración de combustibles

Mediante la interpretación de los tipos de cobertura, se asignaron a las coberturas predominantes la calificación según la duración de los combustibles como se evidencia según las siguientes tablas.

Tabla 3. duración de combustible según el nivel 3 de cobertura vegetal.

Tipo de cobertura (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	Duración del combustible predominante
2.2.1. Cultivos permanente herbáceos	10 horas
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.1.4. Bosque de galería y ripario	100 horas
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	10 horas
5.1.1. Ríos (50 m)	No combustible

Fuente: ((IDEAM), 2011).

Tabla 4. Calificación de la duración del combustible.

Duración del combustible predominante	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	muy baja	1
Áreas urbanas	muy baja	1
100 horas (predominio de árboles)	baja	5
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	Moderada	1
1 hora (Predominio de pastos)	Alta	1

Fuente: ((IDEAM), 2011).

6.2.1.3. Mapa de carga de combustibles

Como los anteriores factores, con el mapa de cobertura vegetal y de información específica que se tiene sobre la biomasa de los diferentes tipos de cobertura, se genera una reclasificación de los tipos de cobertura asignando de acuerdo con las coberturas predominantes y contenido de biomasa una calificación de acuerdo con el Anexo 2. del protocolo.

Tabla 5. Carga total (biomasa) según la cobertura vegetal.

Tipo de cobertura (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	Carga total (biomasa) de combustible
2.2.1. Cultivos permanente herbáceos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.3.1. Pastos limpios	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.3. Pastos enmalezados	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)

3.1.4. Bosque de galería y ripario	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	Baja (1-50 ton/ha)
5.1.1. Ríos (50 m)	No combustible

Fuente: ((IDEAM), 2011).

Tabla 6. Calificación de la carga total de combustible.

Carga total (biomasa) de combustible	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	muy baja	1
Áreas urbanas	muy baja	1
Baja (1-50 ton/ha)	baja	5
Moderada (50-100 ton/ha))	Moderada	1
Muy alta (más de 100 ton/ha)	Alta	1

Fuente: ((IDEAM), 2011).

6.2.1.4. Generación del mapa de susceptibilidad

Una vez fueron asignadas las respectivas calificaciones y generados los mapas de tipo, duración y carga de combustibles, se procedió a la realización del producto entre cada uno de ellos; el resultado obtenido se agrupó posteriormente en 5 categorías mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asignó una calificación que varía entre susceptibilidad muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor), mediante la siguiente ecuación (Ver **Ecuación 1**):

Ecuación 1. Cálculo del nivel de susceptibilidad de la vegetación.

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

Donde:

SUSC = Susceptibilidad de la vegetación

CAL (tc): Calificación por tipo de combustible

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

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

6.2.2. Factores climáticos

Este factor es fundamental para la generación y propagación de los incendios forestales, determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en el área. Para incorporar las variables climáticas a la calificación de la susceptibilidad, se partió de los mapas

de temperatura y precipitación con los cuales se caracterizan climáticamente los ecosistemas colombianos

6.2.2.1. Temperatura

Tabla 7. Clasificación y calificación de la amenaza para la temperatura.

Temperatura media anual °C	Categoría	Calificación
< 1,5	Nival	1
1,5 – 6	Extremadamente frío	1
6 – 12	Muy frío	2
12 – 18	Frío	3
18 – 24	Templado	4
> 24	Cálido	5

Fuente: IDEAM, (2011).

6.2.2.2. Precipitación

La reclasificación se realiza a partir de los rangos de precipitación que plantea el IDEAM, de la siguiente manera:

Tabla 8. Clasificación y calificación de la amenaza para la precipitación.

Precipitación media anual	Categoría de amenaza	Calificación
Árido (0 – 5000)	Muy baja	1
Pluvial (> 7000)	Muy baja	1
Muy húmedo (3000 – 7000)	Moderada	2
Húmedo (2000-3000)	Moderada	3
Seco (1000-2000)	Alta	4
Muy seco (500-1000)	Muy alta	5

Fuente: IDEAM, (2011).

6.2.3. Factor Relieve

A partir del modelo digital de elevación (ASTGTMV003_N05W075 **Anexo 1. Modelo digital de elevación**) se generó el mapa de pendiente en porcentaje y se reclasificó a partir de la siguiente información

Tabla 9. Calificación de amenaza según la pendiente en %

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy baja	1
7 – 12 %	baja	1
12 – 25 %	Moderada	2
25 – 75 %	Alta	4
>75 %	Muy alta	5

Fuente: IDEAM, (2011).

6.2.4. Factor histórico

Existen ocasiones en las que los municipios no cuentan con un historial de incendios, esto provoca que la calidad de la información no sea óptima. Sin embargo, para obtener estos datos se utilizó el Marco SENDAI para la Reducción del Riesgo de desastres, en este marco se encuentra la información de los eventos ocurridos en el municipio, su ubicación y la descripción de los mecanismos de control que realizaron su manejo. Se le otorgó una calificación como alta a las veredas que han presentado más de un evento anual y fue bajando el valor a medida que iban disminuyendo la cantidad de eventos.

6.2.5. Factor Accesibilidad

Tabla 10. Calificación de amenaza según la accesibilidad

Distancia a la vía (grosor del buffer en m)	Categoría de amenaza	Calificación
Más de 2000	Muy baja	1
1500 - 2000	baja	1
1000 - 1500	Moderada	2
500 - 1000	Alta	4
0 – 500	Muy alta	5

Fuente: IDEAM, (2011).

El análisis y evaluación de la accesibilidad se realizó a partir del mapa vial (vías principales y secundarias), se generaron cuatro (4) zonas buffer cada una de 500 metros de grosor desde el centro de la vía; una vez generados estos buffers, se procedió a su realizar su calificación según la **Tabla 10**.

6.2.6. Mapa de amenaza por incendios forestales

6.2.6.1. Generación del mapa de amenaza por incendios forestales

Finalmente, a partir del procesamiento de la información anterior se creó el mapa de Zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal y se determinó el grado de amenaza teniendo en cuenta los factores descritos en la siguiente ecuación (ver **Ecuación 2**).

Ecuación 2. Cálculo del nivel de amenaza por incendios forestales.

$$Ame = (SV * 0,17) + (AP * 0,25) + (AT * 0,25) + (APe * 0,03) + (FI * 0,05) + (Aa * 0,17)$$

Dónde:

Ame = Amenaza

SV = Susceptibilidad de la vegetación

AP = Amenaza por precipitación

AT= Amenaza por temperatura

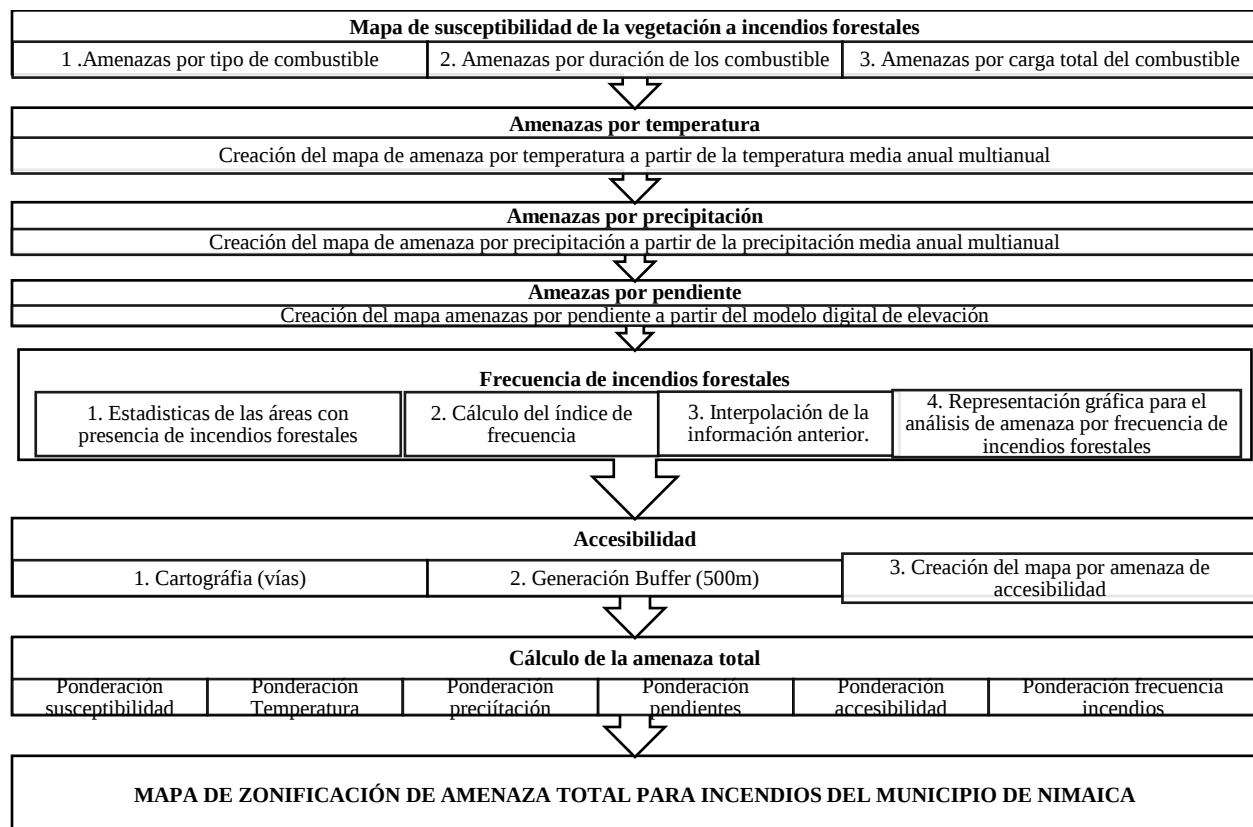
APe = Amenaza por pendiente

FI = Frecuencia de incendios forestales

Aa= Amenaza por accesibilidad

Una vez se realizó la respectiva suma ponderada, se procedió a realizar una distribución de frecuencias en 5 rangos, se categorizó el grado de amenaza entre muy baja (rango menor) a muy alta (rango mayor), considerando las categorías intermedias a baja, moderada y alta respectivamente.

Figura 1. Diagrama del procesamiento para determinar el nivel de amenaza total para incendio forestales.



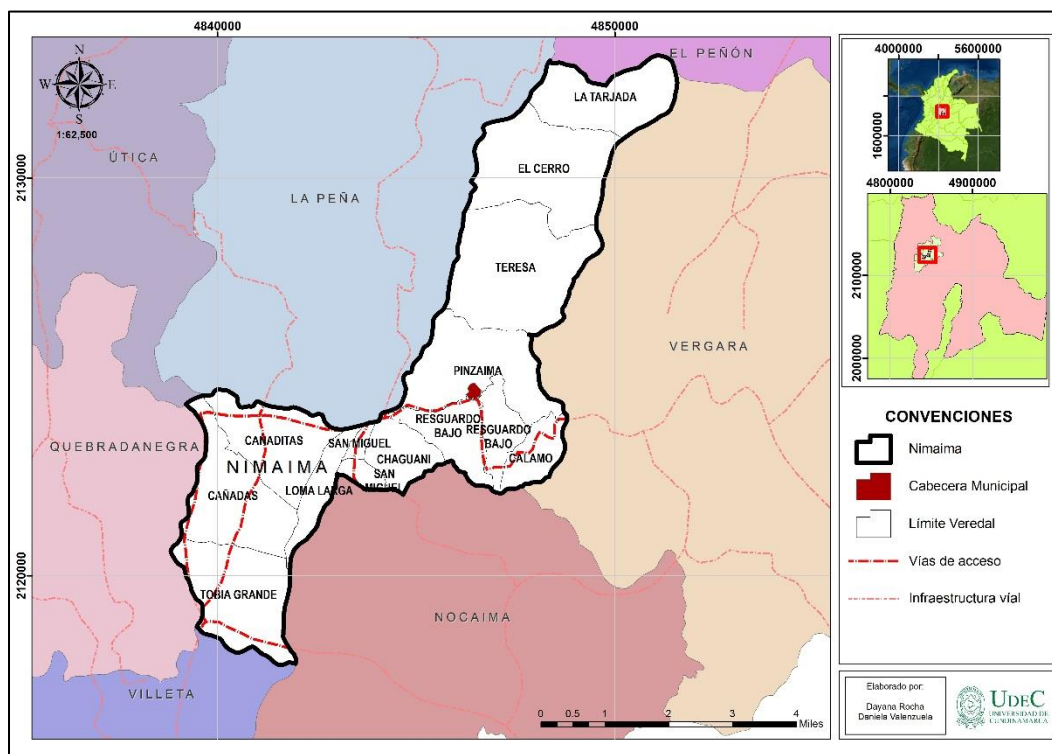
Fuente: modificado por autor de ((IDEAM), 2011).

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. Localización geográfica

El municipio de Nimaima se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca en la provincia de Gualivá. Limita al norte con el municipio El Peñol, al este con La Peña y Útica al oeste con Vergara y Nocaima y al sur con los municipios de Villeta y Quebradanegra. Posee una altitud media de 1085 m.s.n.m y una superficie total de 62 km².

Figura 2. Ubicación general del municipio de Nimaima.



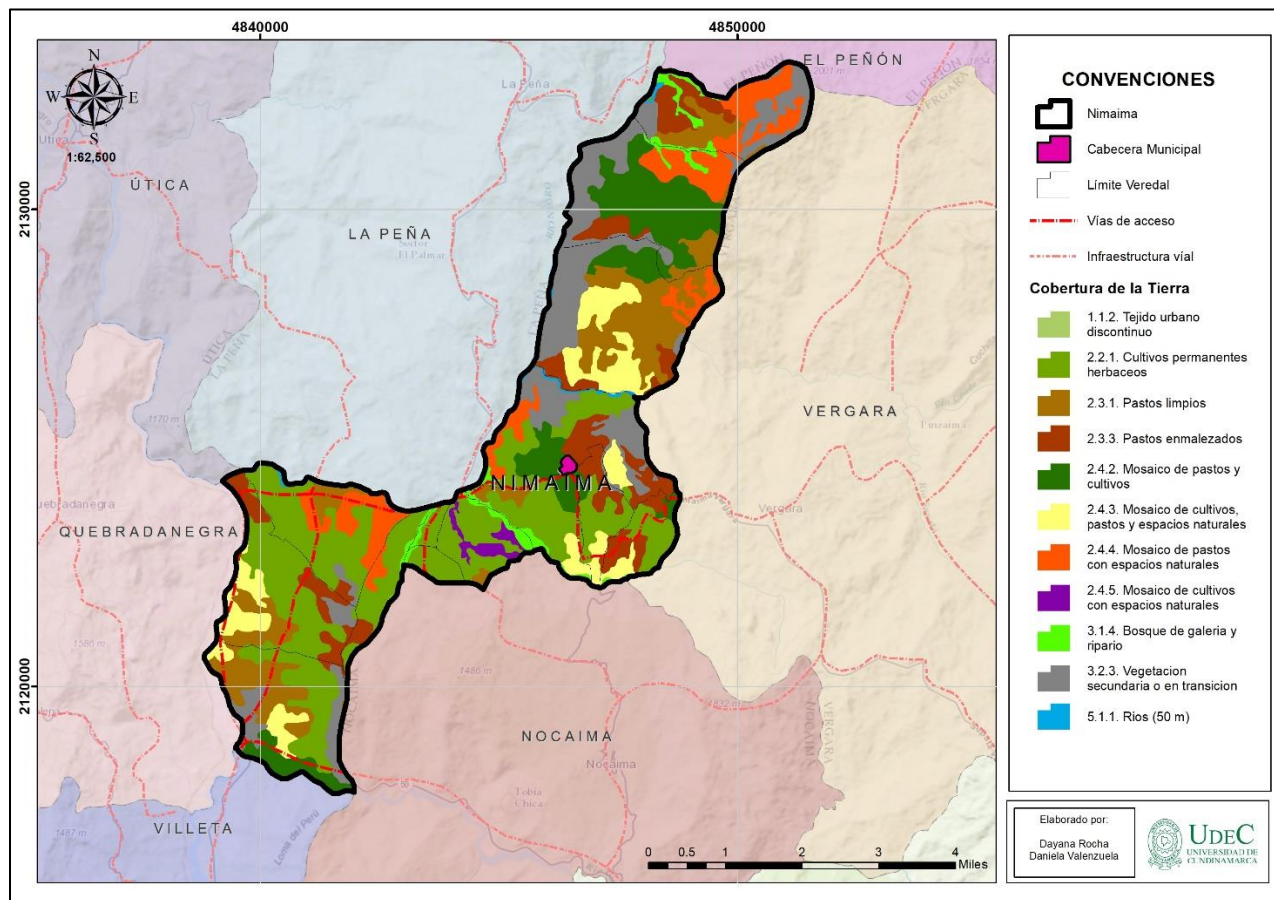
Fuente: autores, 2020.

Según la distribución política de Colombia realizada por el DANE 2010, el municipio de Nimaima está conformado por doce (12) veredas: Chaguani, Resguardo Bajo, San Miguel, Cañadas, El Cerro, Teresa, Pinzaima, La Tarjada, Calomo, Tobia Grande, Cañaditas y Loma Larga.

En base al Protocolo para la Realización de mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal, se formula la modelación para la generación del mapa de zonificación y evaluación de amenazas por incendios forestales en el municipio de Nimaima, partiendo del análisis de información encontrada en las diferentes bases de datos ambientales del país.

La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del municipio de Nimaima, los cuales confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

Figura 3. Cobertura de la tierra del municipio de Nimaima.



Fuente: autores, 2020.

7.2. Factores

7.2.1. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

7.2.1.1. Generación del mapa de tipo de combustibles

A partir del mapa de coberturas (**Figura 3**) se realiza una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada uno de ellos un valor de calificación de acuerdo con la metodología.

7.2.1.2. Generación del mapa de duración de combustibles

Esta reclasificación también se realiza a partir del mapa de coberturas del municipio de Nimaima, mediante la interpretación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo con la cobertura de la tierra predominante una clasificación según la duración de combustibles.

7.2.1.3. Generación del mapa de carga de combustibles

Como los anteriores factores, con el mapa de cobertura vegetal y de información específica que se tiene sobre la biomasa de los diferentes tipos de cobertura, se genera una reclasificación de los tipos de cobertura asignando de acuerdo con las coberturas predominantes y contenido de biomasa una calificación de acuerdo con el **Anexo 2.** del protocolo.

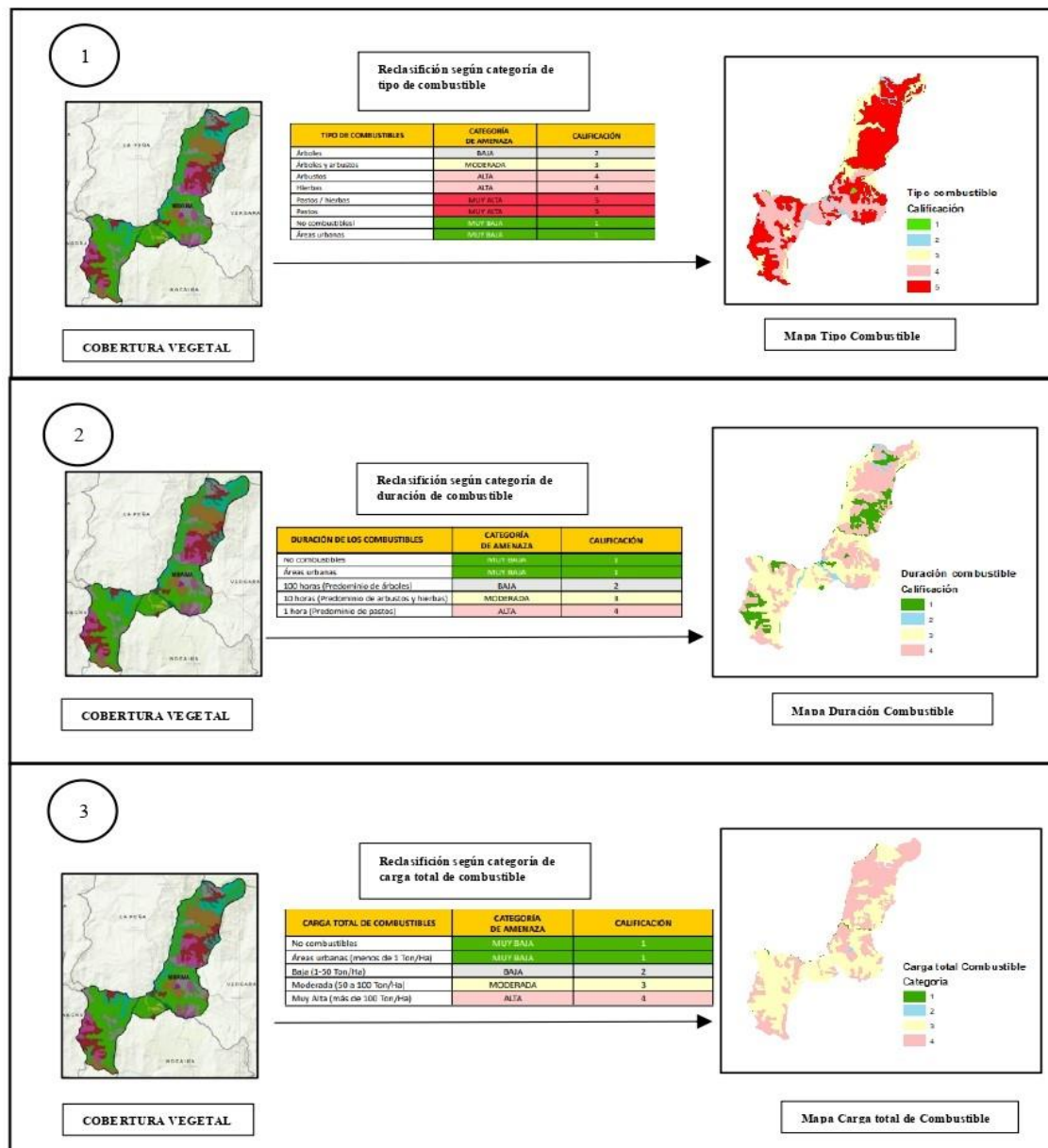
Finalmente, a partir de la intersección entre los tres mapas anteriores y realizando la suma ponderada de amenaza para calcular la susceptibilidad, se obtiene el mapa de Susceptibilidad a incendios del municipio de Nimaima, Cundinamarca (*Figura 5*). Donde se observa que tiene un grado de susceptibilidad a incendios en mayor proporción medio 59 % del área total del municipio para ser exactos, le sigue un grado de susceptibilidad alto con 2264,08 hectáreas que corresponde a un 39,8 % de su área total y en menor área un grado de susceptibilidad bajo con un 1,2 % del municipio. (ver **Tabla 11**).

Tabla 11. Proporcionalidad del grado de susceptibilidad en hectareas del municipio de Nimaima.

Grado susceptibilidad	Área (ha)	%
Alto	2264.07833	39,777244
Medio	3360.31269	59,0368169
Bajo	67.5023887	1,18593909
Total	5691.89341	100

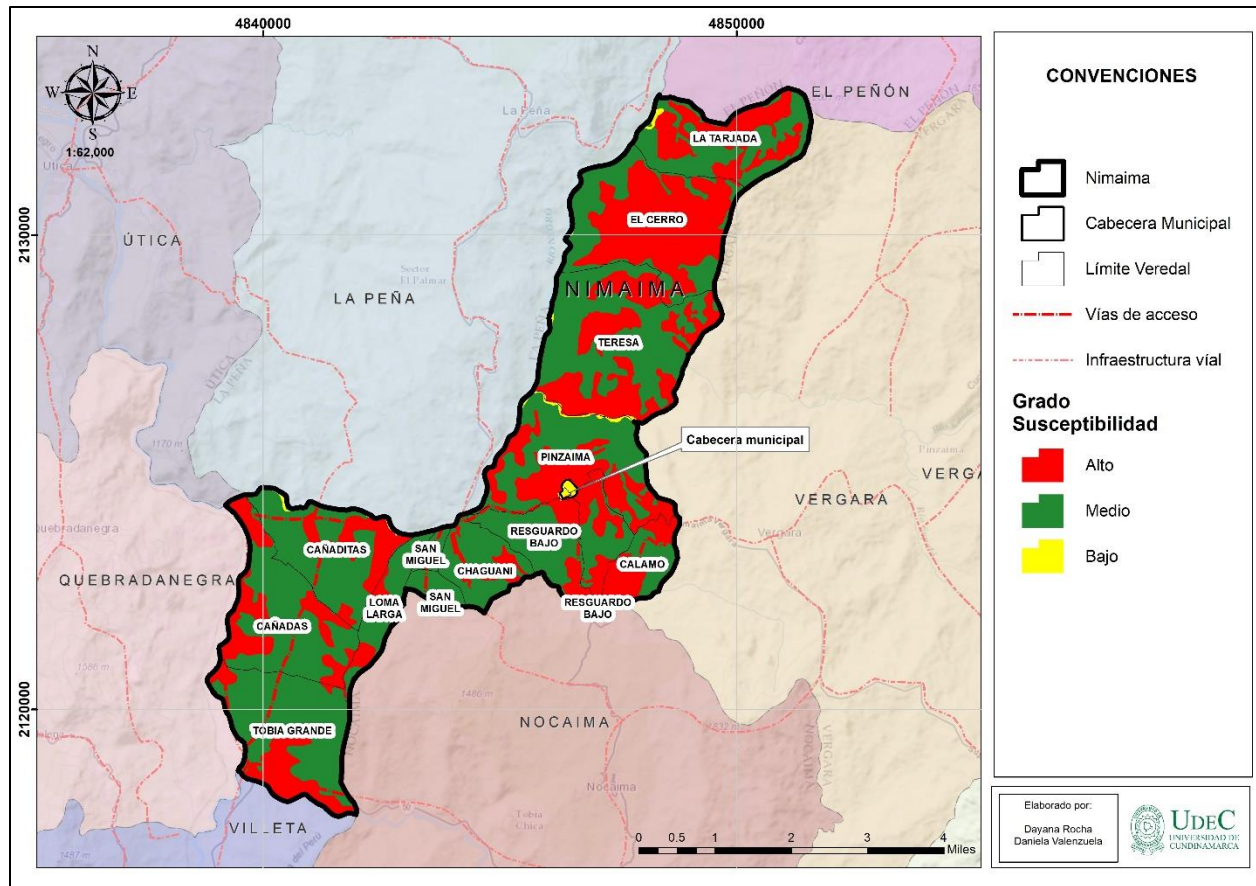
Fuente: autores, 2020.

Figura 4. Diagrama para la construcción de mapas de tipo, duración y carga de combustible.



Fuente: autores, 2020.

Figura 5. Mapa de susceptibilidad a incendios del municipio de Nimaima.



Fuente: autores, 2020.

Según la **Figura 5** el municipio posee un grado de susceptibilidad a incendios en mayor proporción de media a alto, esto se ve reflejado principalmente en las veredas El Cerro y La Tarjada al norte del municipio. La Vereda El Cerro es el lugar que presenta una mayor susceptibilidad a incendios por el tipo de cobertura que se encuentra en esta zona (Pastos y cultivos, vegetación secundaria o en transición) caracterizada por tener vegetación arbustiva y de fácil combustión. La cabecera municipal cuenta con un grado de susceptibilidad baja debido a la infraestructura en concreto y sus caminos, sin embargo, por el tipo de vegetación que existe a su alrededor el grado aumenta.

7.2.2. Factores climáticos

Partiendo de la información climatológica se realizan los mapas de precipitación y de temperatura con su respectiva reclasificación, estos se pueden observar en la *Figura 7*.

7.2.2.1. Temperatura

Se denomina temperatura a la cualidad de la atmosfera que indica la cantidad de energía solar retenida por el aire en un momento dado, o al grado de calor o frío que hay en un lugar esta depende de la altura; a mayor altura mayor frío y de la ubicación según las zonas paralelas (Murcia, 2016). Según la calificación por amenaza dada para el municipio, este se encuentra en una categoría de frío y templado; en una mayor proporción templado (99,67 %) y una temperatura fría solo el 0,33%. Esto quiere decir que de las 5691 ha que tiene el municipio 5673,3 ha posee una calificación de amenaza 4 y el resto del municipio 3.

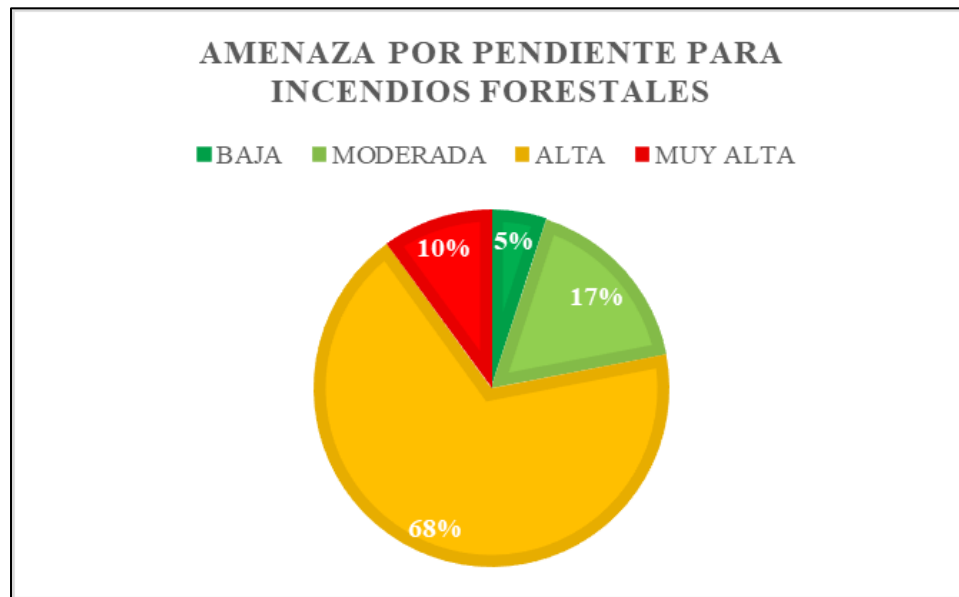
7.2.2.2. Precipitación

Es un factor fundamental para la realización de la zonificación por amenazas puesto que controla la cantidad de agua presente en el ambiente, considerando que existen temporadas continuas de precipitación y otras escasas las cuales son de fundamental importancia para el estudio (Umaña, 2017). Para el municipio de Nimaima, el 72,42 % tiene una precipitación entre 1000 y 2000 mm y el restando (27,58 %) de 2000 – 3000 mm al año. Esto quiere decir que la mayor parte del municipio tiene características secas y 1569.87 ha presenta humedad.

7.2.3. Factor relieve

Como se puede evidenciar en la *Figura 6* el municipio de Nimaima posee una amenaza alta (68 %) sobre su territorio y muy alta en un 10% y solamente un 5% de baja a muy baja amenaza, esto quiere que decir que incrementa el riesgo de propagación de los incendios en el municipio.

Figura 6. Amenaza por pendiente.



Fuente: autores, 2020.

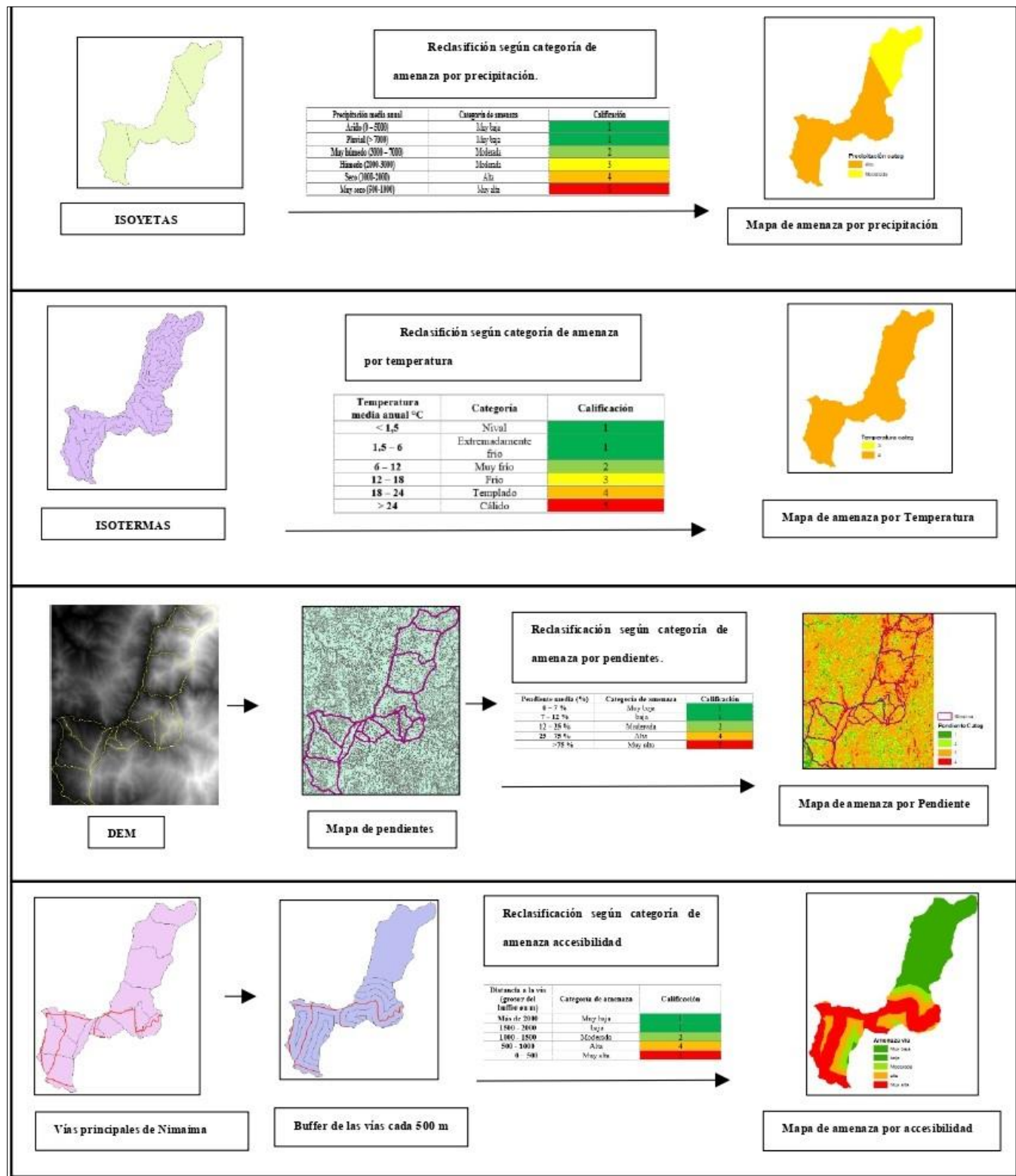
La amenaza por pendiente es un factor que puede generar condiciones favorables para la propagación de los incendios, la pendiente ayuda a que las ramas de algunos árboles alcancen y choquen con otras de otros árboles y crea una cadena ascendente de fuego, también se debe considerar que colabora con la accesibilidad a los incendios para su intervención (Gómez, 2019).

7.2.4. Antecedentes de incendios

Existen ocasiones en las que los municipios no cuentan con un historial de incendios, esto provoca que la calidad de la información no sea óptima. Sin embargo, para obtener estos datos se utilizó el Marco SENDAI para la Reducción del Riesgo de desastres, en este marco se encuentra la información de los eventos ocurridos en el municipio, su ubicación y la descripción de los mecanismos de control que realizaron su manejo.

Se refiere a la densidad vial, se considera parte de la amenaza, es fundamental en la generación de la probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas forestales y generar focos de incendio.

Figura 7. Representación gráfica del análisis y valoración de los factores.



Fuente: autores, 2020.

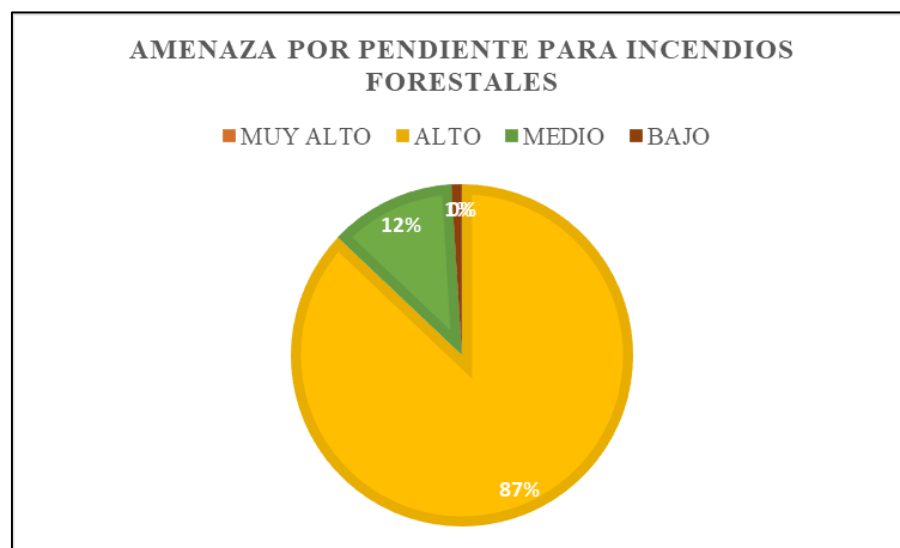
7.2.4.1. Generación del mapa de amenaza por incendios forestales

Finalmente, partiendo del procesamiento de la información anterior se crea el mapa de Zonificación de amenaza por incendios de la cobertura vegetal y se determina el grado de amenaza teniendo en el análisis y la valoración anterior.

En la *Figura 9* se puede observar la zonificación de Amenazas por incendios forestales del municipio de Nimaima, Cundinamarca; el cual arroja como resultado una clasificación de amenaza alta para la mayor parte del municipio (color naranja) un área total a 4955,05 ha o un 87 % de la superficie total del municipio. Casi el 12 % tiene una clasificación media y solamente el 0,95 % posee una amenaza baja por incendios forestales y estos corresponden a los lugares recorridos por aguas superficiales como los ríos.

Es una cifra preocupante, que requiere de un acompañamiento y una gestión del riesgo apropiada por parte de las autoridades pertinentes en el municipio, en donde se consideren todas las variables que afectan e intervienen en el crecimiento de la amenaza y por ende el riesgo de los incendios forestales en Nimaima.

Figura 8. Porcentaje de área ocupado por la clasificación de amenaza.



Fuente: autores, 2020.

[illegible]

En lo que respecta a las veredas del municipio, todas se encuentran en un grado de amenaza alto, exceptuando las veredas Teresa, El Cerro, la Tarjada y Chaguaní que presentan niveles de amenaza entre medio y alto (en mayor proporción alto). Esto se debe principalmente a las condiciones climatológicas, y morfométricas de la zona; son áreas con puntos altos de difícil accesibilidad, con altas precipitaciones y bajas temperaturas en comparación con el resto del municipio. La cabecera municipal también posee un grado de amenaza bajo por poseer poca vegetación y estar en cercanías a los principales afluentes del municipio.

Finalmente, la labor de los ingenieros ambientales en este tipo de escenarios es de vital importancia para la formulación de estrategias que ayuden a evitar la ocurrencia de siniestros sobre el territorio. El manejo de herramientas como lo son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su correcto análisis fortalecen las estrategias municipales para la toma de decisiones y la adecuada planificación de la gestión del riesgo del municipio.

8. CONCLUSIONES

La información necesaria para la elaboración del mapa de zonificación por amenazas de una unidad territorial se puede obtener de las diferentes plataformas y bases de datos geo ambientales de las redes de entidades públicas, estas proporcionan información disponible a nivel nacional, sin embargo, cabe resaltar que esta información se encuentra desactualizada y en algunas ocasiones con más de 10 años de antigüedad, razón por la cual, el procesamiento y análisis de los datos puede no brindar ni registrar la realidad territorial.

A partir de las coberturas vegetales presentes en el municipio y en función de cada uno de los factores tipo, duración y carga de combustible indican que el municipio de Nimaima presenta las condiciones necesarias para la generación, propagación y prolongada duración del un incendio, por ellos el nivel de susceptibilidad da alto para esta entidad territorial.

La zonificación de la amenaza por incendios forestales obtenida a través de productos e información cartográfica permite clasificar un territorio en diferentes niveles de amenaza con adecuadas ubicaciones geográficas. El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) facilita la realización y actualización de la información, así mismo puede ser parte de un sistema de análisis utilizado para distintas interpretaciones.

Es indispensable incluir la gestión del riesgo de desastres naturales en los planes de ordenamiento territorial desde un punto de vista técnico y profesional para así adaptarse a los cambios del territorio y contar con mecanismos que permitan medir, evaluar, analizar y monitorear los factores de una emergencia de cualquier naturaleza. Los mapas de zonificación deben ser una herramienta para el Sistema de Información Territorial que sirva como eje para la prevención y la mitigación del riesgo municipal que apoye la toma de decisiones.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Gómez, A. (2019). *Evaluación del grado de amenaza total por incendios de la cobertura vegetal en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CA*. 5–10.
file:///C:/Users/camil/OneDrive/Documentos/Camila Investigación/Trabajo SIG/Evaluación del grado de amenaza a incendios de la cobertura vegetal en la Jurisdicción de la Corp.pdf
- IDEAM) (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000*.
- IDEAM. (2011). *Anexo protocolo de incendios*. 17.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C.
- Murcia Arias, K. Y. (2016). Zonificación de Amenazas por Incendios Forestales en el sector rural del municipio de Tota, Boyacá con el empleo de SIG. In *Revista Brasileira de Ergonomia* (Vol. 9, Issue 2). <https://doi.org/10.5151/cidi2017-060>
- Umaña, D. (2017). *Zonificación de amenaza a incendios forestales en el municipio de Riohacha, La Guajira*. 20.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17257/Una%F1aRamirezDiegoEdison2018.pdf;jsessionid=95198CB2D7660510FBB72017DCF813ED?sequence=1>

10. ANEXOS

a. Modelo digital de elevación (DEM)

b. Salidas gráficas

Mapas presentados en el documento en alta resolución en PDF y JPG.

c. Información Geográfica (GDB)

La información geográfica usada y generada se encuentra dentro de la GDB

d. Explicación (.txt)

Contiene la explicación del contenido de la GDB.