

Zonificación de riesgos por incendios forestales en el municipio de Nilo, Cundinamarca

Forest fire risk zoning in the municipality of Nilo, Cundinamarca

Astrid Liliana Arévalo Pérez¹, Lina Fernanda Martínez Amado² y Leonardo Serrato Lozano³

Resumen

Según el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (Idiger), los incendios forestales representan uno de los riesgos más recurrentes que amenazan los entornos naturales y antrópicos debido al impacto que tienen sobre los ecosistemas, las comunidades y el desarrollo municipal. Este artículo presenta la zonificación del riesgo por incendios forestales en el municipio de Nilo, Cundinamarca, desarrollada con base en la metodología elaborada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) en 2011 y el mapa de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal elaborado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) para su jurisdicción en 2014. La evaluación de los componentes de amenaza y vulnerabilidad permitió elaborar la cartografía de los escenarios y la zonificación total de riesgos a incendios forestales. Al finalizar, se brindan algunas recomendaciones para la prevención, la mitigación y el control de estos eventos.

Palabras clave: incendios forestales, zonificación del riesgo, amenaza, vulnerabilidad, gestión del riesgo.

Abstract

According to Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (Idiger), forest fires represent one of the most recurring risks threatening both anthropogenic and natural surroundings due to their impact on ecosystems, communities, and municipality development. This article presents the forest fire risk zone mapping for the municipality of Nilo, Cundinamarca, based on the methodology developed by Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) in 2011 and the forest fire risk zone mapping of vegetation cover produced by Corporación Autónoma

- ¹ Ingeniera ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: aarevalop@ucentral.edu.co.
- ² Ingeniera ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: lmartineza4@ucentral.edu.co.
- ³ Ingeniero forestal. Docente del Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo electrónico: lserrato1@ucentral.edu.co.

Regional de Cundinamarca (CAR) for its jurisdiction in 2014. The evaluation of the threat and vulnerability components resulted in the mapping of scenarios and the total forest fire risk zoning. Finally, some

recommendations are made for the prevention, mitigation and control of these events.

Keywords: forest fires, risk zone mapping, threat, vulnerability, risk management.

1. Introducción

En el año 2000, el Ministerio del Medio Ambiente presentó el Plan Nacional de Desarrollo Forestal con el objetivo de establecer un marco estratégico que articulara el sector forestal con el entonces Plan de Desarrollo Nacional. En 2002, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial elaboró el Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, con base en el cual se generaron los lineamientos para que los municipios desarrollaran sus Planes de Control y Prevención de Incendios Forestales a partir de la identificación de riesgos. Estos planes fueron reglamentados por la Ley 1523 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012), que estableció la responsabilidad de los departamentos y municipios de incluir en su planificación territorial la prevención y control de incendios forestales.

Actualmente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la Gobernación de Cundinamarca se encuentran desarrollando los mapas de gestión del riesgo de Cundinamarca y ya han contratado los estudios de zonificación de riesgos de gran parte de su jurisdicción. Entre las áreas no incluidas por el momento se encuentra el municipio de Nilo, ubicado al suroccidente del departamento en la región del Alto Magdalena. Con una temperatura promedio anual

de 27 °C y una precipitación promedio anual de 1500 mm, Nilo se destaca por su atractivo turístico y la creciente construcción de vivienda campestre.

Según el histórico de datos aportado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), entre los años 2004 y 2016 se han presentado cerca de 64 incendios en el municipio de Nilo. El presente estudio buscó realizar la zonificación de riesgos a incendios forestales a escala 1:25 000 para determinar las áreas con mayor potencial de riesgo de incendios forestales en este municipio con el fin de establecer medidas ambientales de manejo en las coberturas y las actividades socioeconómicas de la población.

2. Materiales y métodos

La metodología del estudio se basó en el *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal* a escala 1:100 000 (Ideam, 2011) y en el *Mapa de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal* (CAR, 2014). En principio, los factores de amenazas y vulnerabilidades se clasifican en cinco rangos, siendo uno (1) el más bajo y cinco (5) el más alto. El riesgo total a incendios forestales y los escenarios de riesgo se hallan con base en las vulnerabilidades individuales (figura 1).

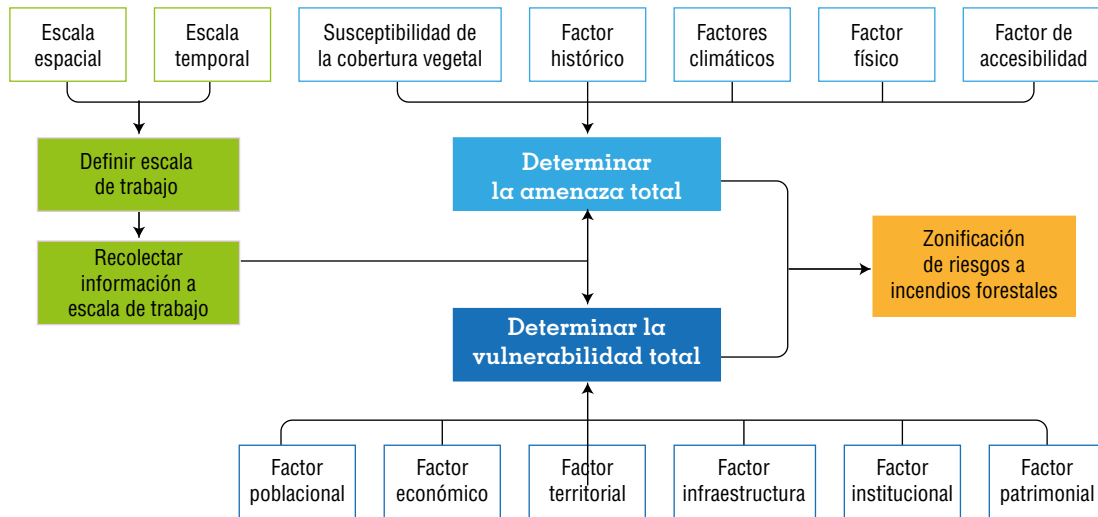


Figura 1. Procedimiento para la zonificación de riesgos a incendios forestales. Fuente: adaptada de CAR (2014).

Las clasificaciones integradas en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se fundamentan en estudios como el modelo de combustibles diseñado por Páramo (2007), el análisis del índice de frecuencia de incendios realizado por Jordán Tablado (2010), la evaluación de vulnerabilidad según la influencia del fuego en los ecosistemas colombianos desarrollada por Parra (2011) y las ponderaciones de los factores de vulnerabilidad según la consulta a expertos hecha por el Ideam (2011), entre otros.

2.1. Evaluación de la amenaza total y la vulnerabilidad total

Las figuras 2 y 3 muestran los mapas base que se relacionaron con los factores de amenaza y vulnerabilidad, los cuales permitieron la clasificación en rangos con criterios de evaluación numérica para lograr su integración y obtener los totales.

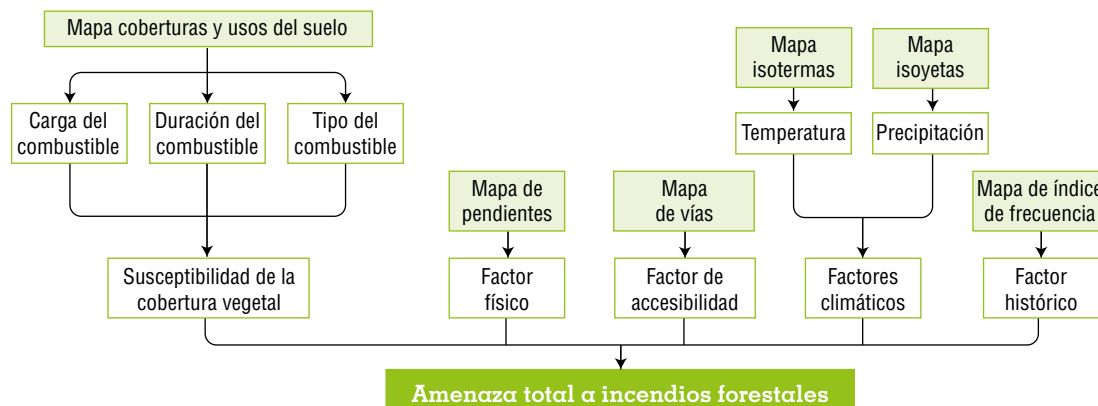


Figura 2. Mapa conceptual de la amenaza total. Fuente: adaptada de Ideam (2011).

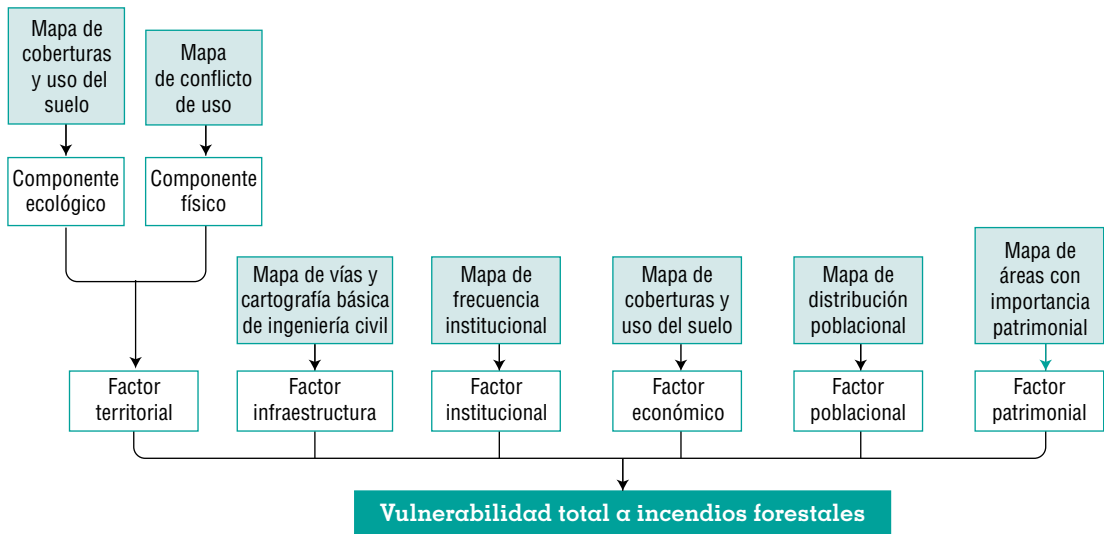


Figura 3. Mapa conceptual de la vulnerabilidad total. Fuente: adaptada de Ideam (2011).

Es importante aclarar que la cartografía base se elaboró a escala 1:25 000, con excepción del mapa de coberturas y usos del suelo que se utilizó para la obtención de la amenaza por coberturas vegetales y la vulnerabilidad ecológica y económica. Este se elaboró a escala 1:10 000 con el fin de alcanzar un mayor detalle y una mejor comprensión de estos factores. Para la unión de los factores y la obtención de totales, se realizó una superposición ponderada⁴ teniendo en cuenta el peso establecido en las siguientes ecuaciones (Ideam, 2011) y se clasificaron los resultados para calcular el riesgo total.

$$AT = (SCV * 0,20) + (Pct * 0,25) + (Tem * 0,25) + (Pnt * 0,10) + (Acs * 0,10) + (Frc * 0,10) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

AT= amenaza total
SCV= cobertura vegetal

Pct= amenaza por precipitación

Tem= amenaza por temperatura

Pnt= amenaza por pendiente

Acs= amenaza por accesibilidad

Frc= amenaza por frecuencia

$$VT = (Ins * 0,05) + (Pat * 0,20) + (Pob * 0,31) + (Ttl * 0,20) + (Inf * 0,06) + (Ecn * 0,18) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

VT= vulnerabilidad total

Ins= vulnerabilidad institucional

Pat= vulnerabilidad patrimonial

Pob= vulnerabilidad poblacional

Ttl= vulnerabilidad territorial

Inf= vulnerabilidad infraestructural

2.2. Evaluación del riesgo

La zonificación del riesgo a incendios forestales está definida por el producto entre la amenaza y la vulnerabilidad (ecuación 3). Por

⁴ Disponible en el software ArcGIS. Superpone varios rásteres con una escala de medición común y pondera cada uno según su importancia (Esri, 2018).

eso fue necesario integrar los resultados de dichas clasificaciones en el álgebra de mapas⁵.

$$Riesgo = (Amenaza_{total} * Vulnerabilidad) \quad (Ec. 3)$$

Finalmente, para obtener la clasificación cuantitativa y cualitativa de riesgo se realizó primero la estandarización de los resultados del álgebra de mapas con el método propuesto en el protocolo del Ideam (2011) y una reclasificación⁶ tomada de la guía elaborada por la CAR (2014).

3. Resultados

Como resultado principal se generó el mapa de zonificación de riesgos a incendios forestales de Nilo a escala 1:25 000, a partir de los datos obtenidos sobre la amenaza y la vulnerabilidad totales. Además, se obtuvieron los escenarios de riesgo con las vulnerabilidades individuales que muestra la figura 4.

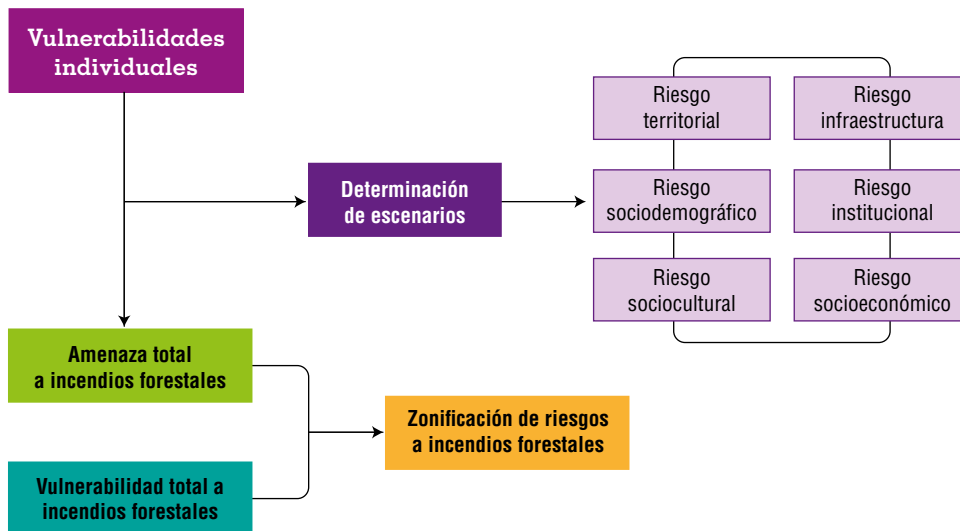


Figura 4. Zonificación y escenarios de riesgo.
Fuente: adaptada de Ideam (2011).

⁵ Para esto se empleó la función Raster Calculator del *software* ArcGIS.

⁶ Realizada con la función Equal Interval del *software* ArcGIS.

3.1. Amenaza total a incendios forestales

La figura 5 presenta el mapa de la amenaza total, que se generó a partir de los nueve mapas integrados que muestra la tabla 1.

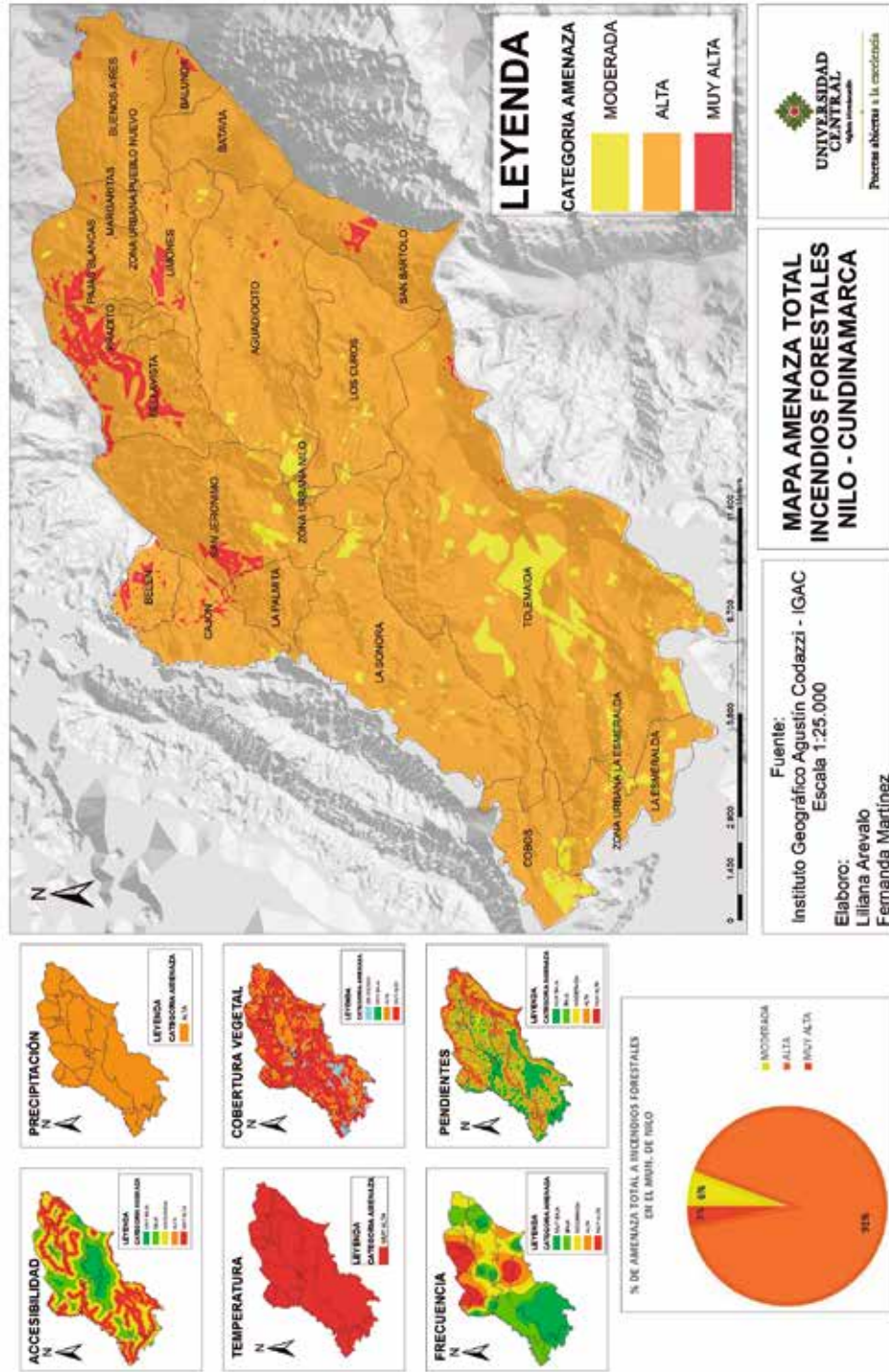


Figura 5. Amenaza total a incendios forestales en Nilo, Cundinamarca. Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Tabla 1. Amenaza total a incendios forestales en Nilo, Cundinamarca

Factor	Mapas generados	
Susceptibilidad de la cobertura vegetal	Mapa amenaza por duración combustible	Mapa amenaza por cobertura vegetal
	Mapa amenaza por tipo combustible	
	Mapa amenaza por carga combustible	
Factor accesibilidad	Mapa amenaza por accesibilidad	
Factor climático	Mapa amenaza por precipitación	
	Mapa amenaza por temperatura	
Factor histórico	Mapa amenaza por frecuencia	
Factor físico	Mapa amenaza por pendientes	

Fuente: adaptada de Ideam (2011).

Se identificó una amenaza de categoría alta en el 91% del territorio y muy alta en el 3% determinada por la elevada amenaza climática de la zona —con precipitaciones entre 1000 mm y 2000 mm anuales y temperaturas superiores a los 24 °C promedio anual— y la amenaza de la cobertura vegetal

predominante (pastos, cultivos y arbustos). El 6% restante corresponde a la categoría moderada, que incluye especialmente las áreas donde las pendientes no superan el 12% y existen concentraciones urbanas como la base militar de Tolemaida y las zonas urbanas de La Esmeralda, Nilo y Los Cobos.

3.2. Vulnerabilidad total a incendios forestales

La figura 6 ilustra el mapa de la vulnerabilidad total, que se obtuvo a partir de los ocho mapas integrados de la tabla 2.

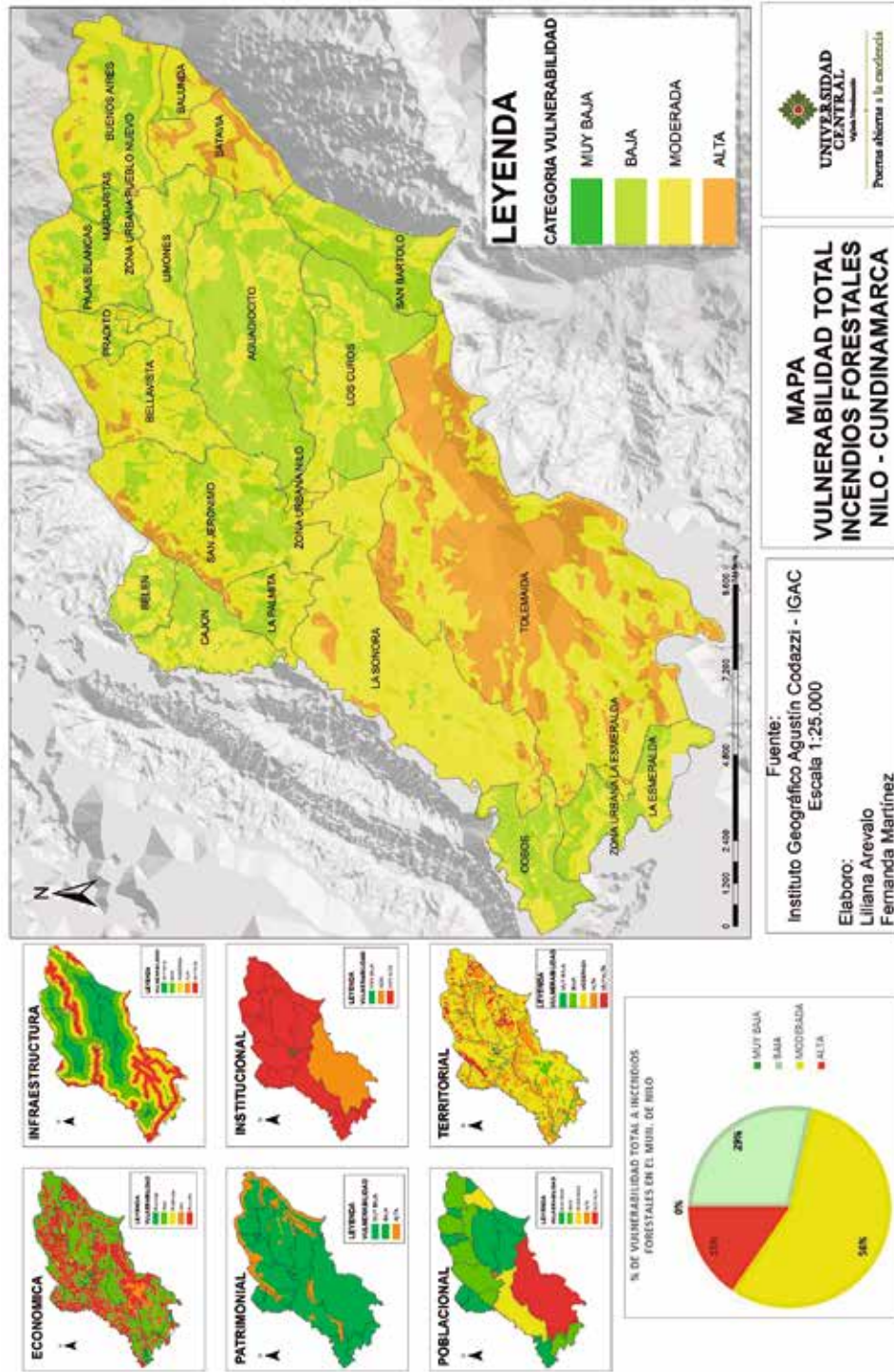


Figura 6. Vulnerabilidad total a incendios forestales en Nilo, Cundinamarca. Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Tabla 2. Amenaza total a incendios forestales en Nilo, Cundinamarca

Factor	Mapas generados
Factor territorial	Mapa vulnerabilidad física
	Mapa vulnerabilidad ecológica
Factor económico	Mapa vulnerabilidad económica
Factor de infraestructura	Mapa vulnerabilidad de la infraestructura
Factor patrimonial	Mapa vulnerabilidad patrimonial
Factor institucional	Mapa vulnerabilidad institucional
Factor poblacional	Mapa vulnerabilidad poblacional

Fuente: adaptada de Ideam (2011).

El mapa evidenció una vulnerabilidad de categoría moderada en el 56% del territorio y baja en el 29%. Entre los factores determinantes se encuentran la dispersión de la población rural, la falta de establecimiento de áreas de interés patrimonial, la inexistencia de institucionalidad de gestión de riesgos en el área rural y el alto valor económico de las zonas

de cultivos. El 15% restante se clasificó en la categoría alta, que abarca las zonas de asentamientos humanos y las áreas altas de las veredas de San Jerónimo y Batavia, donde se identificó vulnerabilidad territorial por conflictos de uso del suelo y presencia de coberturas vegetales de alta montaña sensibles e independientes al fuego (Parra, 2011).

3.3. Escenarios y zonificación de riesgo

La figura 7 presenta los mapas de los seis escenarios de riesgo evaluados en el municipio de Nilo ante la ocurrencia de incendios forestales.

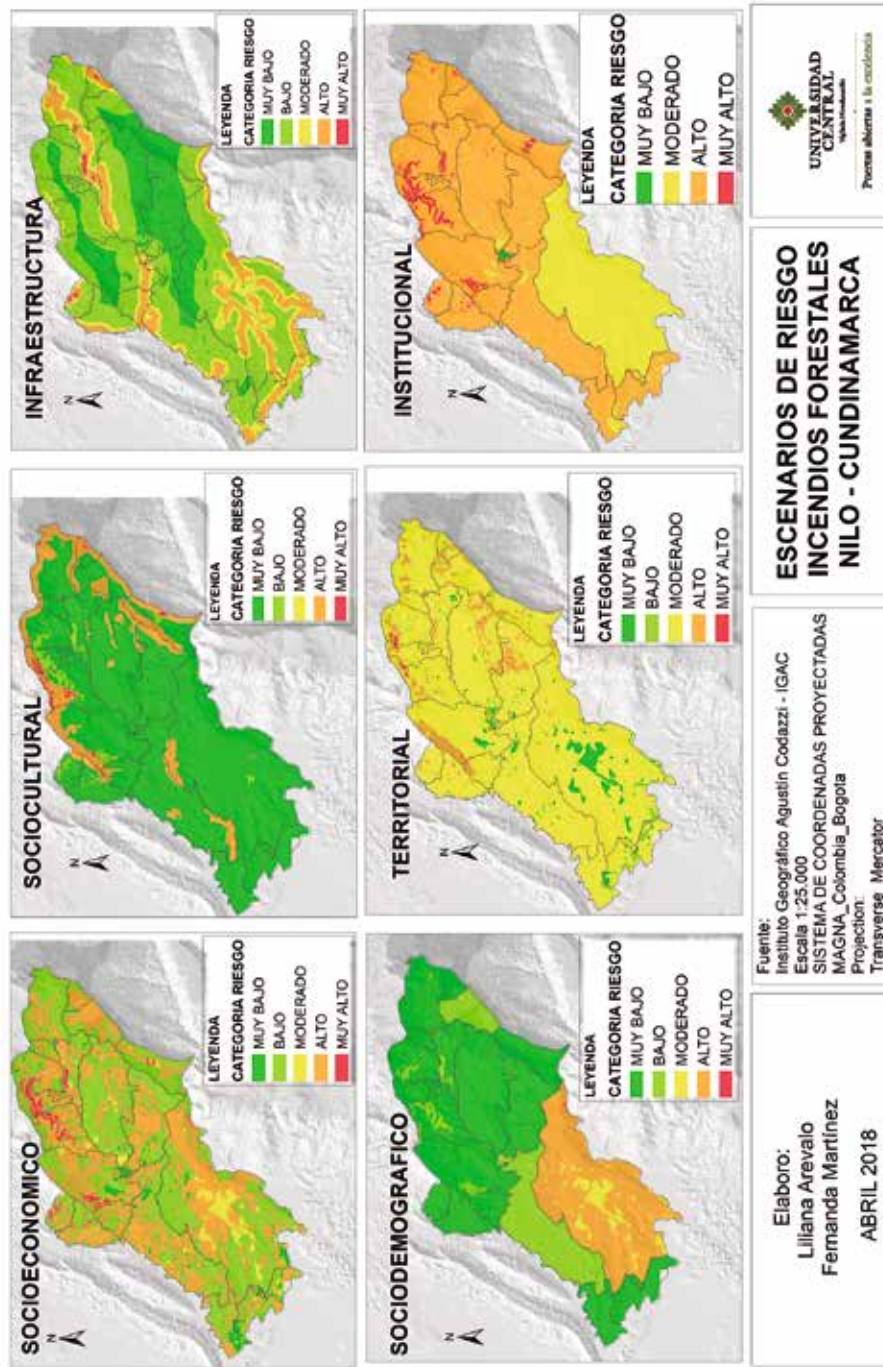


Figura 7. Escenarios de riesgo ante incendios forestales. Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Finalmente, se elaboró la zonificación de riesgos a incendios forestales por factores ambientales y territoriales de Nilo a escala 1:25 000 (figura 8), donde se puede apreciar que el 55% del área total del municipio presenta un riesgo

moderado, un 30% tiene riesgo bajo y muy bajo, y el 15% restante del territorio se encuentra en riesgo alto. Esta última categoría se concentra en las áreas de la vereda de Tolemaida y las zonas de reserva ambiental.

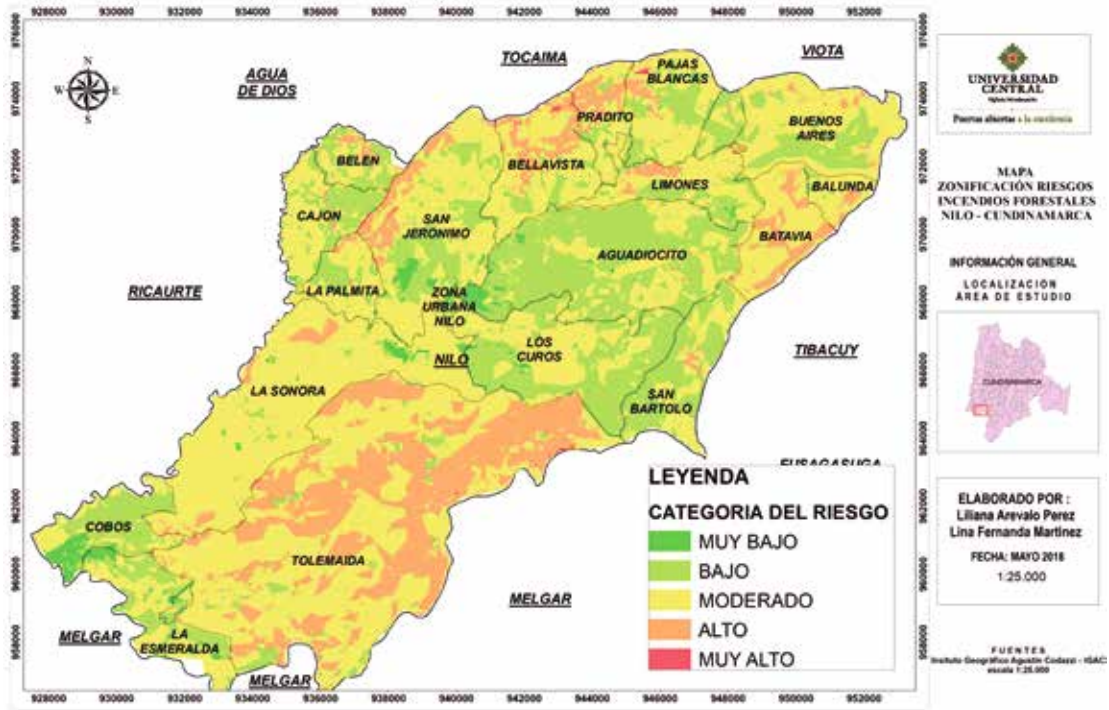


Figura 8. Zonificación de riesgos a incendios forestales.

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

4. Conclusiones y recomendaciones

El área de estudio presenta un riesgo de categoría moderada con una escala de valor de 3 a la ocurrencia de incendios forestales en un área aproximada de 122 km² (55% del área total) y una amenaza de categoría alta a la ocurrencia de incendios forestales en cerca del 91% del área total (202 km²). Esto puede

deberse a las concentraciones poblacionales y las actividades de producción que han modificado el uso del suelo en zonas con coberturas vegetales susceptibles a los incendios como pastos y cultivos, que también presentan amenaza por combustible y duración. A lo anterior se suman las condiciones climáticas y topográficas propias de la región y la falta de cobertura institucional para la atención y prevención de riesgos.

El área identificada como de mayor riesgo es de aproximadamente 35 km² (15 % del área total) distribuidos en la vereda de Tolemaida y la región norte de Nilo. Esta zona tiene la mayor concentración poblacional debido a la base militar, en la que se han registrado la mayoría de los incendios.

En cuanto a la vulnerabilidad de los incendios forestales, el 56 % (126 km²) del área total se encuentra en categoría moderada y el 15 % (34 km²) en categoría alta. Entre las causas se identifican la dispersión de la población rural en áreas con cobertura vegetal de valor económico en producción agrícola y alto valor patrimonial, y la susceptibilidad ecológica de las coberturas vegetales que son independientes o poco adaptadas al fuego, especialmente en zonas de protección de bosques y acuíferos.

En los escenarios de riesgo se debe considerar la implementación de medidas preventivas y correctivas de los factores sociales, territoriales e institucionales que puedan ser controlados desde la administración municipal y regional. En las zonas norte y noreste del área de estudio, que presentan altas pendientes y coberturas vegetales de pastos, cultivos y arbustos, será más rápida la propagación del fuego y más difícil su intervención con equipo terrestre. Se recomienda que las actividades de gestión de riesgos se prioricen en las veredas de estos sectores, ya que presentaron el mayor índice de frecuencia de incendios forestales y una alta fragilidad ecológica y económica.

Los resultados obtenidos sobre el factor climático y la susceptibilidad de las coberturas vegetales del municipio de Nilo pueden aportar desde el ámbito local y regional al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, pues es necesario gestionar acciones que busquen disminuir las vulnerabilidades físicas e institucionales. La aplicación de

los sistemas de información geográfica para desarrollar la zonificación de riesgos a incendios forestales evidencia la gran utilidad de estas herramientas para gestionar el ordenamiento territorial. Por tanto, para facilitar la actualización de la presente zonificación solo se recomienda tener georreferenciados todos los eventos que se presenten en la región y, en tanto sea posible, reportar la causa de inicio del fuego.

Agradecimientos

Este proyecto es resultado del esfuerzo conjunto de nuestro grupo de trabajo y de quienes desinteresadamente contribuyeron para lograr un producto de calidad. Expresamos nuestros agradecimientos a la administración municipal de Nilo, que brindó información oportuna y relevante para el desarrollo del proyecto, y a los docentes de la Universidad Central por su orientación y atención ante las inquietudes e ideas planteadas.

Referencias

- Congreso de la República. (2012, 24 de abril). Ley 1523 de 2012. 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. Diario Oficial 48411. Consultado en <http://bit.ly/2KCKUiF>.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2014). Memoria técnica. Mapa de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100 000. Bogotá.

- Environmental Systems Research Institute (Esri). (2018, 19 de mayo). ArcMap. Superposición ponderada. Consultado en <http://bit.ly/2KLAo7w>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal. Escala 1:100.00*. Bogotá.
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (Idiger). (2017). *Plan de contingencia distrital incendios forestales primera temporada 2017*. Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2006). *Levantamiento de la cobertura vegetal y uso del suelo del área de jurisdicción CAR. Escala 1:25 000*. Bogotá.
- Jordán Tablado, A. (2010). *Plan de defensa contra incendios forestales en el Parque Natural Serranía Alta de Cuenca* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, Gandia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). *Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales*. Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *Plan Nacional de Desarrollo Forestal*. Bogotá.
- Páramo, G. (2007). Análisis, diagnóstico y elaboración del mapa de susceptibilidad a los incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Reporte final del contrato de consultoría N.º 2062372 en el marco del convenio Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial (MAV-DT) - Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (Fonade). Bogotá.
- Parra, A. (Ed.) (2011). *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Tomo I*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.