



Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal

Escala 1:100.000 / Ajustado



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN

Presidente de la República de Colombia

GABRIEL VALLEJO LÓPEZ

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PABLO VIEIRA SAMPER

Viceministra de Ambiente

OMAR FRANCO TORRES

Director General

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

MARÍA SARALUX VALBUENA LÓPEZ

Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental IDEAM

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Gabriel Páramo Rocha

Subdirección de Ecosistemas - IDEAM

DISEÑO DE LA CARÁTULA

Bibiana Lissette Sandoval Báez

Grupo de Comunicaciones - IDEAM

CÍTESE COMO

IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 / ajustado Bogotá, D. C., 2011. 140 pag.

Distribución Gratuita

2015, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total debe ser autorizada por el IDEAM.

Impreso en Colombia – Printed in Colombia



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

OMAR FRANCO TORRES
Director General

MARTHA NATALIA SILVA ULLOA
Secretaria General

DIRECTIVAS

MARÍA SARALUX VALBUENA LÓPEZ
Subdirectora de Ecosistemas e Información

LUS CARLOS APONTE
Subdirectora de Estudios Ambientales (E)

NELSON OMAR VARGAS MARTÍNEZ
Subdirector de Hidrología

MARÍA TERESA MARTÍNEZ GÓMEZ
Subdirector de Meteorología

CHRISTIAN FELIPE EUSCÁTEGUI COLLAZOS
Jefe Oficina Pronósticos y Alertas

JAIRO CESAR FUQUENE
Jefe Oficina Asesora de Planeación

MARÍA EUGENIA PATIÑO
Jefe Oficina de Control Interno

CARLOS ANDRÉS SILVA SÁNCHEZ
Coordinador Grupo de Comunicaciones

LEONARDO CÁRDENAS CHITIVA
Jefe Oficina de Informática

ADRIANA PORTILLO TRUJILLO
Jefe Oficina Asesora Jurídica



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

**PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MAPAS DE
ZONIFICACIÓN DE RIESGOS A INCENDIOS DE LA
COBERTURA VEGETAL**

ESCALA 1:100.000

AJUSTADO



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Investigadores y Compiladores

Gabriel Páramo Rocha
Ingeniero ***

Mónica Cuellar Buraglia
Biólogo ***

Ajustes y actualización

Yelena Cárdenas Bernal
Ingeniera forestal

Adriana Paola Barbosa Herrera
Ingeniera Forestal
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Fotografías

Klaus Schütze Páez

Cartografía

Gabriel Páramo Rocha

Agradecimientos

A los funcionarios y contratistas de la Subdirección de Ecosistemas, del Proyecto INAP y la Oficina de Pronósticos y Alertas del IDEAM, por su colaboración.

A los expertos de las Corporaciones Autónomas Regionales CVC, CRQ, CORPORINOQUIA, CAM y CRQ, por su colaboración en el proceso de consecución de información y trabajo de campo.

A las comunidades indígenas y los Cabildos Gobernadores de Puracé, Coconuco y Paletará, del Municipio de Puracé.

Al personal del Santuario de Fauna y Flora Iguaque.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma prestaron su ayuda en la realización del presente documento.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

FASE METODOLÓGICA	INSUMOS	PROCESO(S)	PRODUCTO(S)	DETALLE DE LA FASE
1. Definición del Marco teórico y conceptual	Literatura y cartografía existente	Extensa revisión de la literatura existente sobre el tema	Adopción de conceptos fundamentales: <ul style="list-style-type: none">- Definiciones básicas- Niveles de escala- Integración de factores para la identificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.	FICHA 1
			Identificación de la información cartográfica necesaria	FICHA 2
2. Consecución de la información cartográfica de soporte para la elaboración del mapa de riesgos.	Identificación de información cartográfica requerida para la elaboración del mapa de riesgos.	Obtención de la cartografía en fuentes oficiales.	Base cartográfica temática para: <ul style="list-style-type: none">- Amenaza: Susceptibilidad de la vegetación a los incendios (modelo de combustibles), factores climáticos, factor de relieve, factor histórico, accesibilidad.- Vulnerabilidad: poblacional, territorial, patrimonial, económica, institucional y de infraestructura.	FICHA 2
3. Procedimientos para la normalización, ponderación y categorización de las variables geográficas utilizadas en el análisis de amenaza y vulnerabilidad de incendios de la cobertura vegetal.	VARIABLES geográficas utilizadas en el análisis de amenaza y vulnerabilidad ante incendios de la cobertura vegetal.	Normalización de variables y factores. Ponderación de variables y factores.		FICHA 3
4. Etapa preparatoria	Cartografía básica: límites político-administrativos, centros poblados, vial, hidrografía, topografía (curvas de nivel).	Compilación, análisis, validación de la información y superposición de la información validada.	Cartografía base	FICHA 4
5. Análisis de la amenaza	VARIABLES geográficas utilizadas en el análisis de la amenaza	Procesamiento para análisis de amenazas.	Mapas del componente de amenazas y mapa de amenaza total	FICHA 5
6. Análisis de la vulnerabilidad	VARIABLES geográficas utilizadas en el análisis de la vulnerabilidad	Procesamiento para el análisis de la vulnerabilidad	Mapas del componente de vulnerabilidad y mapa de vulnerabilidad total	FICHA 6
7. Zonificación del riesgo	Integración de factores para la zonificación del riesgo	Procesamiento para el análisis de la zonificación del riesgo	Mapa de zonificación de riesgos	FICHA 7



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

FICHA 1

1.1. DEFINICIONES BÁSICAS

1.1.1 Incendio de la cobertura vegetal. Se define como el fuego que se propaga, sin control sobre la cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista.

1.1.2 Amenaza. Peligro latente que representa la posible manifestación de un fenómeno particular (en este caso, un incendio de la cobertura vegetal), de origen natural, socio-natural o antropogénico, en un territorio particular, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente, debido a los factores territoriales y medioambientales.

Es un factor de amenaza sobre un elemento o grupo de elementos expuestos (vegetación), que se expresa como la probabilidad de que un evento (incendio) se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo definido.

1.1.3 Susceptibilidad de la vegetación frente a los incendios de la cobertura vegetal. Características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas (carga de combustibles, disposición y combustibilidad), que le brindan cierto grado de probabilidad de incendiarse, propagar y mantener un fuego. Hace parte de la amenaza.

1.1.4 Vulnerabilidad. Predisposición de un elemento a ser afectado, a sufrir daño y encontrar dificultad de recuperarse. Corresponde a la probabilidad de afectación física, económica, política o social que tiene una comunidad o un grupo de elementos de sufrir efectos adversos en el caso de que se presente un fenómeno peligroso de origen natural o antrópico.

La propuesta interpreta la vulnerabilidad ante un incendio de la cobertura vegetal a partir de la población, los valores de protección de infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico y cultural y la acción institucional así como algunos aspectos territoriales y ecosistémicos.

En el caso específico de la vegetación y de los ecosistemas, la vulnerabilidad se expresa como las características propias de la vegetación (adaptación de los ecosistemas al fuego), que determinan su capacidad para sufrir daño y ser afectada o resistir y recuperarse ante la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.

1.1.5. Riesgo. Probabilidad de que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un territorio particular y durante un lapso definido de tiempo, por la acción de un evento adverso de origen natural o antrópico. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

En su forma más simple el riesgo se postula como el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y consecuencias en un área determinada.

Es importante enfatizar que la cobertura vegetal como factor de riesgo hace parte tanto de la amenaza, en cuanto provee la carga de combustible, como de la vulnerabilidad en tanto es afectada por la ocurrencia de un incendio.

1.2. DEFINICIÓN DE NIVELES DE ESCALA DE TRABAJO

1.2.1 Definición de la escala de trabajo

En la espacialización del riesgo de incendios, como en la elaboración de cualquier proceso de zonificación, las escalas en el análisis desempeñan un papel determinante en el análisis, ya que no sólo dirigen la selección y la disponibilidad de información, sino que condicionan en gran medida la metodología empleada.

1.2.3 Escala espacial (Resolución espacial)

La evaluación del riesgo de incendios puede abordarse en diferentes escalas espaciales, diferenciando entre riesgo a escala local, regional y nacional. Esta distinción resulta fundamental a la hora de establecer un estudio del riesgo a escala nacional, el cual cubre áreas de varios cientos de miles a millones de kilómetros cuadrados; a escala regional, desde cientos hasta miles y a escala local de cientos de kilómetros cuadrados.

Teniendo en cuenta lo anterior y dados los objetivos propios de la zonificación que el protocolo plantea, la escala y resolución espacial está definida a los niveles regional y local, es decir, plantea una resolución de tipo semidetallado a detallado.

1.2.4 Escala temporal (Resolución temporal)

La resolución temporal se refiere al intervalo de tiempo entre los datos a ser utilizados. En análisis a corto plazo, la estimación del riesgo se hace en función de aquellas variables que son más dinámicas en el tiempo, tales como la humedad del combustible o las condiciones meteorológicas. Por lo general, son estimaciones diarias basadas en la adquisición de datos en tiempo casi real y suelen abordarse con el fin de actualizar planes de prevención ya establecidos. En un análisis de riesgo a largo plazo, por el contrario se contemplan aquellos factores que son más estables en el tiempo.

De esta manera, y considerando la escala del trabajo planteada en este protocolo, la zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, utilizará como temporalidad prevista, aquella que permita establecer un tiempo de 4 años para la actualización de la zonificación, acorde con la vigencia de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, ya que su finalidad es permitir la realización de estimaciones que dirijan la generación de políticas de prevención locales y regionales.



1.2.5 Definición del sistema de proyección

La cartografía está basada en un sistema geodésico de referencia y en una proyección cartográfica. En la cartografía oficial del país, el IGAC adoptó en 2005 el sistema geodésico de referencia denominado Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas).

Siguiendo esta directriz, la cartografía se realiza con base en coordenadas geográficas Magna- Sirgas y coordenadas planas, proyección Gauss-Krueger, Colombia (Transversa de Mercator).

El sistema de coordenadas a utilizar, por lo tanto, se basa en los siguientes parámetros:

Tiempo de proyección: Geográfica (Lat/Lon)

Esferoide: GRS 1980

Datum: SIRGAS

Para el traslado de la información existente en coordenadas planas, los parámetros utilizados son los siguientes:

Sistema de proyección: Transverse Mercator

Esferoide: GRS 1980

Datum: SIRGAS

Factor de Escala: 1.0

Longitud del meridiano central: $-74^{\circ}04'39.028500$ W

Latitud de origen de la proyección: $4^{\circ}35'46.321500$ N

Falso este: 1000000

Falso norte: 1000000

1.3. INTEGRACIÓN DE FACTORES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA AMENAZA, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO

La metodología se fundamenta en evaluación de cada uno de los componentes del riesgo, esto es la amenaza y la vulnerabilidad, a través de una metodología paramétrica, con enfoque espacial apoyada en sistemas de información geográfica, aproximación metodológica que se basa en la ponderación y calificación secuencial de los diversos factores generadores de amenaza y vulnerabilidad a incendios forestales, para así llegar a la identificación del riesgo.

Las figuras 1 a 3 esquematizan el proceso metodológico que permite la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

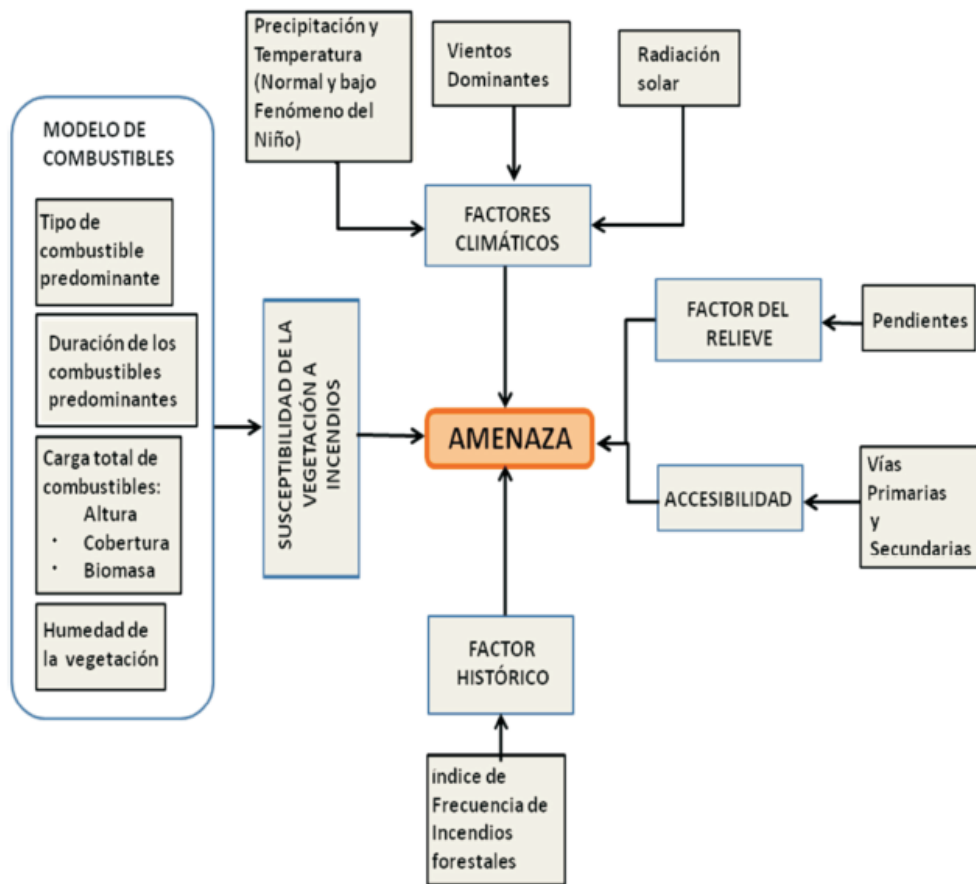


Figura 1. Interrelación entre los factores de amenaza de incendios de la cobertura vegetal.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

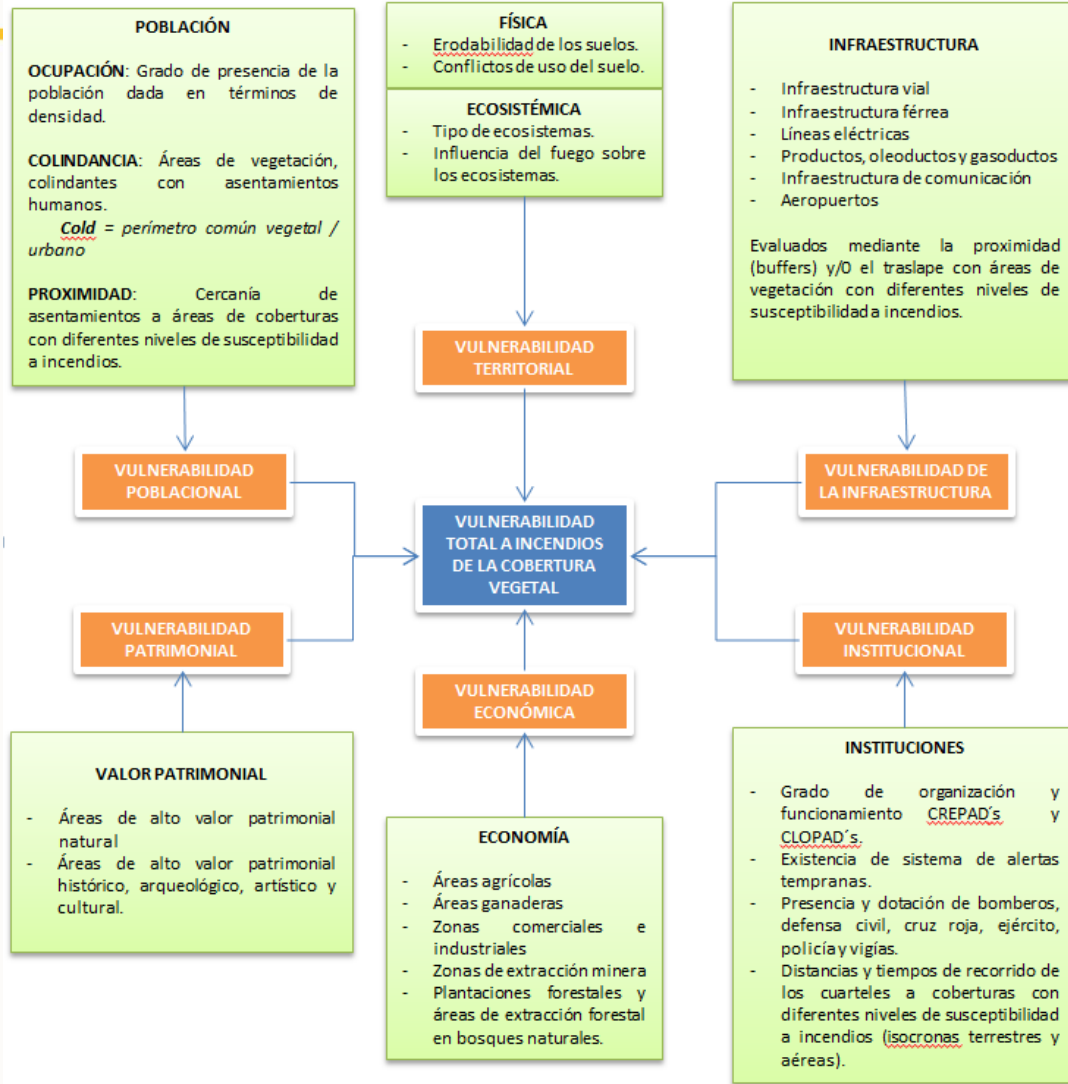


Figura 2. Evaluación y definición de la vulnerabilidad a incendios de la cobertura vegetal para los elementos presentes en el territorio

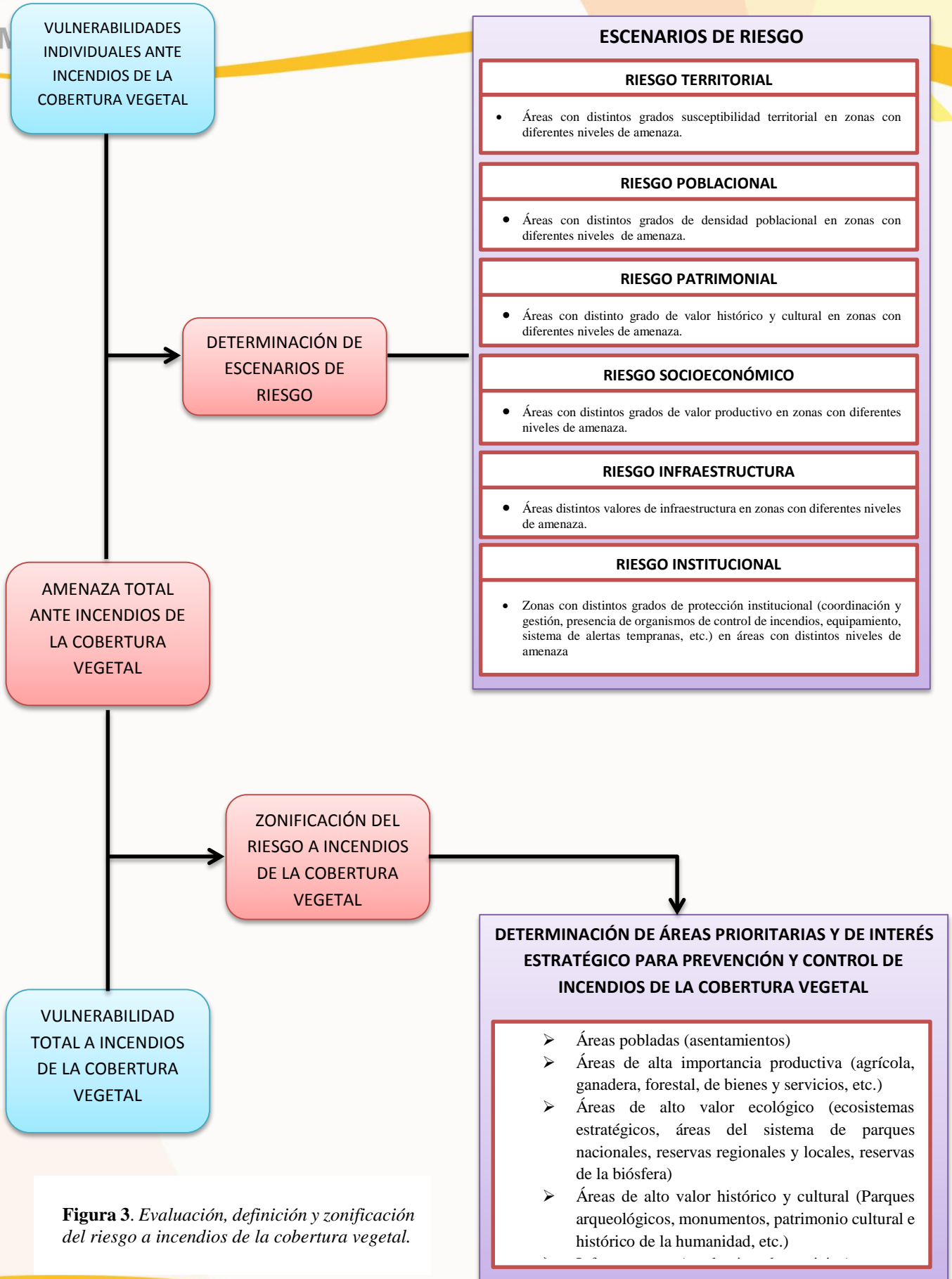


Figura 3. Evaluación, definición y zonificación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal.

FICHA 2

2.1. IDENTIFICACIÓN Y OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA NECESARIA

A continuación se presenta un cuadro resumen en el que se identifican las distintas fuentes de información para cada uno de los factores que conforman los componentes del riesgo. Es importante verificar si existen actualizaciones o alternativas más convenientes a utilizar o si se requiere otro tipo de información.

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
								Obligatorio	Opcional
Preparación (obtención de la base cartográfica de la zona de estudio)	Mapa de límites político-administrativos	Límites oficiales de la Corporación o ente territorial, del (los) departamento(s), municipios y veredas del área a zonificar a escalas 1:100.000, 1:50.000 o 1:25.000, según sea el caso.		IGAC DANE UAESPNN Cartografía POT, EOT, PBOT CAR	Todos	Todos		X	
	Hidrografía	Cartografía de la red hidrográfica (ríos, quebradas, lagos, lagunas, etc.)		IGAC Cartografía POT, EOT o PBOT CAR	Salidas gráficas	Salidas gráficas			X
Análisis de susceptibilidad	Mapa de cobertura de la tierra CLC	Cartografía actualizada de coberturas de la tierra según la clasificación Corine Land Cover (CLC) adaptado para Colombia, clasificados al tercer nivel para escalas 1:100.000; al cuarto o quinto nivel para escala 1:50.000 y al sexto o séptimo nivel para escalas 1:25.000 y mayores.	De no tenerse información de coberturas bajo la metodología CLC para la escala de trabajo, se hace necesario generar una reclasificación de la información de coberturas existentes para el área de estudio a la metodología CLC.	IGAC, IDEAM, UAEPNN, IAvH, IIAP, SINCHI, INVEMAR, CAR's Secretarías de ambiente Cartografía POT, EOT o PBOT	Susceptibilidad	Susceptibilidad Tipo de combustible	Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa coberturas CLC. El anexo 2 muestra las equivalencias dadas a cada cobertura de acuerdo con sus características.	X	
						Susceptibilidad Duración del combustible	Obtenido a partir de la reclasificación del mapa de tipo de combustible. El anexo 2 muestra las equivalencias dadas.	X	
	Mapa de biomasa	Contiene la Información sobre los valores de biomasa para los diferentes tipos de coberturas. Es indispensable para la generación del mapa de carga de combustible, que forma parte del análisis de susceptibilidad de la vegetación.	Si no se tiene el mapa de biomasa se debe utilizar información secundaria sobre carga de biomasa para distintos tipos de coberturas, la cual debe ser analizada utilizando el mapa de tipo de combustible y el mapa de cobertura CLC, para obtener el mapa de carga de combustible.	IDEAM UAESPNN	Susceptibilidad	Susceptibilidad Carga de combustible	Se obtiene a partir de la clasificación del mapa de biomasa, utilizando la información de biomasa para distintos tipos de cobertura. De lo contrario se utiliza el mapa de coberturas CLC, las equivalencias de carga de combustible para las diferentes coberturas se muestran en el anexo 2.	X	

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
								Obligatorio	Opcional
Análisis de susceptibilidad	Mapa de susceptibilidad por tipo de combustible; mapa de susceptibilidad por carga de combustible; mapa de susceptibilidad por duración del combustible	Son los mapas resultantes del proceso de análisis de la susceptibilidad a partir de los mapas de cobertura CLC y Biomasa.	Mapa de humedad del combustible, a partir del cual se determina el contenido de humedad de las diferentes coberturas, para de esta manera complementar el análisis de la susceptibilidad.	Elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	Susceptibilidad	Mapa de susceptibilidad total de los combustibles vegetales	Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas Tipo, Duración, Carga total de combustibles y humedad del combustible (si se calculó).	X	
Análisis de amenazas	Cartografía vías	Cartografía de vías primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de la escala de análisis.	De no tenerse información sobre vías para el área de estudio esta información se puede desarrollar a partir de imágenes de sensores remotos, las cuales deben ser seleccionadas de acuerdo con la escala de trabajo. Este trabajo debe ser realizado por personal con experiencia en generación de cartografía a partir de imágenes de sensores remotos.	IGAC DANE Cartografía POT, EOT o PBOT CAR	Amenazas	<i>Amenaza por Accesibilidad</i>	Este mapa se obtiene a través de la determinación de los km de vías existentes por unidad de área de la corporación, para lo cual se hace necesario llevar a cabo un análisis de densidad. También se puede realizar mediante la determinación de áreas de influencia de las vías (mediante la generación de buffers). Los buffers se generan cada 250 metros para vías primarias, cada 100 m para vías secundarias y cada 50 m para vías terciarias.	X	
	Modelo digital del terreno	Es un archivo de datos con la representación tridimensional de las características del terreno; se utiliza en la ortorectificación de imágenes, en estudios de perfiles, generación de curvas de nivel, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Si no se dispone del modelo digital, el organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV lo puede generar a partir de las curvas de nivel del área de estudio, las cuales deben estar representadas según la escala de trabajo cada 50 o 100 m. - En caso de que no se disponga del DEM, ni de curvas de nivel para la escala de trabajo seleccionada se pueden utilizar datos SRTM de la NASA de 30 m de precisión, los cuales se pueden obtener en: gisweb.ciat.cgjar.org.8080/.../AddSrtmDataSpa.jsp 	IGAC CIAT Cartografía POT, EOT o PBOT IDEAM	Amenazas	<i>Amenaza por pendiente</i>	El mapa de amenaza por pendiente se obtiene a partir del procesamiento y clasificación del Modelo digital del terreno. Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	X	
	Mapa de precipitación	Presenta la precipitación media anual y multianual en milímetros. Se deben utilizar registros de al menos 10 años.	Si no se cuenta con este mapa, se puede utilizar el Mapa de isoyetas a partir del cual se puede realizar el mapa de precipitación. Si no se tiene este insumo, se puede generar a partir de la interpolación de la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM existentes en el territorio de la Corporación o ente territorial (la	IDEAM CENICAFÉ CENICAÑA WORDCUM	Amenazas	Amenaza por precipitación	Se obtiene a partir de la clasificación del mapa de precipitación y su posterior calificación según los parámetros establecidos en el protocolo. Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la	X	

Análisis de amenazas			información utilizada debe ser de un mínimo de 10 años de registros); otra opción son los datos satelitales los cuales se pueden obtener en http://www.worldclim.org .				construcción del mapa de riesgos por ICV.		
	Mapa de temperatura	Temperatura media anual y multianual en grados centígrados. Se deben utilizar datos de al menos 10 años.	Si no se cuenta con este mapa, se puede utilizar el mapa de isotermas a partir del cual se puede realizar el mapa de temperatura. Si no se tiene este insumo, se puede generar a partir de la interpolación de la información de las estaciones meteorológicas del IDEAM existentes en el territorio de la Corporación o ente territorial; otra opción son los datos satelitales los cuales se pueden obtener en http://www.worldclim.org .	IDEAM CENICAFÉ CENICAÑA WORDCUM	Amenazas	Amenaza por temperatura	Se obtiene a partir la clasificación del mapa de temperatura y su posterior calificación según los parámetros establecidos. Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	X	
	Información estadística sobre Frecuencia y número de incendios y de la cobertura vegetal	Información estadística georreferenciada sobre incendios de la cobertura vegetal según las bases de datos del IDEAM y la UNGRD, las cuales son alimentadas por la información proporcionada por las Corporaciones. Es importante que se tengan datos de al menos 10 años.	En caso de no tener información histórica de incendios se pueden utilizar imágenes de sensores remotos (MODIS BURN AREAS), para los últimos 10 años, la cual ofrece cierto grado de confiabilidad y puede ser depurada para utilizarse como insumo para verificación. Esta información se puede obtener de: http://modis-fire.umd.edu/form.asp y http://wist.echo.nasa.gov	IDEAM MAVDT DPAD NASA (MODIS BURN AREA)	Amenazas	Amenaza por frecuencia	Generado a partir de la espacialización de la información estadística de frecuencia de incendios, la cual se clasifica y califica de acuerdo como se presenta en el protocolo. Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	X	

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
								Obligatorio	Opcional
Análisis de amenazas	Mapa dirección y velocidad de vientos predominantes	Contiene los datos de medias anuales y multianuales de dirección y velocidad de los vientos predominantes.	Si no se tiene este mapa se puede realizar utilizando registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM.	IDEAM	Amenazas	Amenaza por vientos	<p>Resultado de la clasificación del mapa de vientos y su posterior calificación según los parámetros establecidos en el protocolo.</p> <p>Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.</p>	X	
	Mapa de radiación solar	Mapa que contiene las medias anuales y multianuales de radiación solar. Se obtiene a partir de registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM.	Si no se tiene este mapa se puede realizar utilizando registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM.	IDEAM	Amenazas	Amenaza por radiación solar	<p>Resultado de la clasificación del mapa de radiación solar y su posterior calificación según los parámetros establecidos en el protocolo.</p> <p>Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.</p>	X	

<p>Mapas de amenaza (precipitación, temperatura, vientos, radiación solar, pendientes, accesibilidad, frecuencia de incendios, susceptibilidad total)</p>	<p>Estos mapas son el resultado del análisis de cada uno de los factores que conforman el componente de la amenaza, los cuales se muestran en esta misma tabla.</p>		<p>Elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.</p>	<p>Amenazas</p>	<p>Amenaza total a incendios de la cobertura vegetal</p>	<p>Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de amenaza individuales y el mapa de susceptibilidad total de la vegetación a incendios.</p>	<p>X</p>	
<p>Organización institucional</p>	<p>Información de la capacidad institucional y gubernamental referida a presencia y capacidad de instituciones y organismos de socorro para atender y prevenir situaciones de emergencia ocasionadas por incendios de la cobertura vegetal.</p>		<p>CAR's Alcaldías Comités de riesgo de los municipios</p>	<p>Vulnerabilidad</p>	<p>Vulnerabilidad institucional</p>	<p>Evaluación de información sobre presencia, cubrimiento y organización de instituciones como Bomberos, Policía, Cruz Roja, DCC, CREPAD, etc., especializada, ponderada y calificada, para determinar la cobertura de estos organismos en el área de estudio, así como isócronas de alcance y cobertura. Corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de R ICV.</p>	<p>X</p>	

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO		
								Obligatorio	Opcional	
Análisis de la vulnerabilidad	Mapa de densidad de la población urbana y rural	Mapa obtenido a partir de la información del censo nacional de población.	Información espacializada del censo nacional de población.	IGAC DANE UAESPNN Cartografía POT, EOT o PBOT CAR CATASTRO NACIONAL	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad poblacional	Para la generación de este factor se utilizan los mapas de: "Colindancia de centros poblados a áreas de alta y muy alta susceptibilidad de la cobertura a incendios", que se obtiene a partir de la generación de buffers de 250 metros de ancho alrededor de los centros poblados y de 50 metros de ancho alrededor de viviendas aisladas; "distribución espacial de la población" que se puede obtener del mapa de centros poblados y de información de catastro. "densidad de la población urbana y rural", que se obtiene de la espacialización de la información del censo nacional. Estos mapas se unen y sus variables se normalizan para realizar la suma ponderada y obtener el mapa de Vulnerabilidad poblacional. Este mapa corresponde a elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	X		
	Mapa de distribución espacial de la población	Se obtiene a partir de la información georreferenciada de catastro y se clasifica utilizando el tamaño predial.	Información predial rural de Catastro Nacional.							X
	Mapa de centros poblados y viviendas dispersas	Localización espacial de centros poblados urbanos y rurales para escala 1:100.000.	Mapa distribución espacial de la población (viviendas rurales aisladas), para escalas 1:50.000 y 1:25.000.							X
	Mapa de ecosistemas de Colombia	Presenta los diferentes ecosistemas que se encuentran dentro del territorio colombiano.		IDEAM UAESPNN	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad ecológica		X		
	Mapa de fragmentación de ecosistemas	Presenta información sobre el estado de fragmentación y conectividad de ecosistemas, lo que permite determinar que tan vulnerables son ante un incendio forestal.		IDEAM UAESPNN IAvH CAR's					X	
	Mapa de riqueza y rareza ecosistémica	Este mapa muestra los ecosistemas que presentan características especiales que los hacen únicos.		IDEAM UAESPNN IAvH CAR's					X	



ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
								Obligatorio	Opcional
	Mapa de conflictos de uso del suelo	Presenta los conflictos de uso del suelo presentes en el territorio. Se obtiene a partir del cruce del mapa de coberturas del suelo con el mapa de clases agrológicas, obteniendo así un mapa en que se muestra que zonas presentan uso adecuado o inadecuado.		IGAC, IDEAM, IAVH, SINCHI UAESPNN, IAP, CAR's Secretarías de ambiente Cartografía POT, EOT o PBOT	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad física	Se realiza mediante la categorización y clasificación del peso que un conflicto de uso del suelo hace que un área determinada sea más o menos vulnerable a las amenazas presentes en el entorno, mediante consulta a expertos de cada región, quienes conocen las dinámicas y problemáticas. La clasificación se realiza sobre el mapa de conflictos de uso del suelo.	X	
Análisis de la vulnerabilidad	Mapa de límites de PNN, reservas regionales y municipales	Cartografía indicadora de las áreas de alto valor por el patrimonio natural que contienen.		UAESPNN IDEAM, IAvH SINCHI Cartografía POT, EOT o PBOT	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad patrimonial	Intersección de los "mapas de límites de PNN, Reservas regionales y municipales"; "mapa de resguardos"; "mapa de sitios de interés cultural, turístico y religioso", previamente normalizados y ponderados con las áreas de alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal.	X	
	Mapa de resguardos	Cartografía de las áreas de alto valor por el patrimonio cultural e histórico		IDEAM, IGAC UAESPNN CAR's Cartografía POT, EOT o PBOT				X	
	Mapa de sitios de interés cultural, turístico	Cartografía de áreas de alto valor por importancia histórica, arqueológica, turística, mítico-religiosa, etc.		IDEAM, CAR's Cartografía POT, EOT o PBOT				X	
	Cartografía vías	Cartografía de vías primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de la escala de análisis.	De no tenerse información sobre vías para el área de estudio esta información se puede desarrollar a partir de imágenes de sensores remotos, las cuales deben ser seleccionadas de acuerdo con la escala de trabajo. Este trabajo debe ser realizado por personal con experiencia.	IGAC DANE Cartografía POT, EOT o PBOT CAR	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad de la Infraestructura	Mapa obtenido a partir de la intersección de los mapas de vías, infraestructura de transporte e infraestructura energética, previa generación de buffers (áreas de influencia).	X	
	Infraestructura energética	Líneas de alta tensión, oleoductos, poliductos, gasoductos, ubicación de bocatomas, etc.		IGAC Cartografía POT, EOT o PBOT			Para las vías ya se ha mencionado el radio de los buffers, para la infraestructura tanto energética como de transporte se aconseja generar buffers de 250 m.	X	
	Infraestructura de transporte	Ubicación de aeropuertos, helipuertos, puertos fluviales y/o marítimos.					X		

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	FUENTES	COMPONENTE EN QUE SE UTILIZA	FACTOR QUE LO UTILIZA	PROCESAMIENTO PARA OBTENCIÓN DEL FACTOR	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
								Obligatorio	Opcional
	Mapa de uso actual del suelo	Presenta los diferentes usos presentes en el área de análisis (agropecuario, minero, forestal, etc.).	Si no se cuenta con el mapa de uso actual del suelo se puede utilizar para la clasificación económica el mapa de coberturas de la tierra CLC, e información económica del DANE.	IDEAM, IGAC, Cartografía POT, EOT, PBOT		Mapa de vulnerabilidad económica	Se obtiene a partir del mapa de uso actual del suelo el cual se clasifica como se presenta en el anexo 3. Posteriormente se califica y categoriza.	X	
Análisis de la vulnerabilidad	Vulnerabilidad física; Vulnerabilidad ecológica	Estos mapas son el resultado del análisis de los mapas de conflictos de uso y ecosistemas.		Elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad territorial	El mapa de vulnerabilidad territorial, corresponde a la suma ponderada de los mapas de vulnerabilidad física y ecológica, con su respectiva categorización y calificación.	X	
	Mapas de vulnerabilidades individuales (económica, territorial, poblacional, institucional, infraestructura, patrimonial)			Elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	Vulnerabilidad	Mapa de vulnerabilidad total a incendios de la cobertura vegetal	Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de vulnerabilidad poblacional, patrimonial de la infraestructura, económica, institucional y territorial.	X	
Análisis del riesgo	Mapa de amenaza total; Mapas de vulnerabilidades individuales (económica, territorial, poblacional, institucional, infraestructura, ecológica, física, patrimonial)	Son los mapas resultantes del proceso de análisis de las amenazas y la vulnerabilidad.		Elaboración propia del organismo a cargo de la construcción del mapa de riesgos por ICV.	Escenarios	Mapas de escenarios de riesgo (económico, territorial, poblacional, institucional, infraestructura, ecológico, físico, patrimonial)	Son mapas generados a partir de cada una de las vulnerabilidades evaluadas, las cuales se normalizan y ponderan con las zonas de alta y muy alta amenaza a la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal.	X	
	Mapa de amenaza total; Mapa de vulnerabilidad total	Son los mapas resultantes del proceso de análisis de las amenazas y la vulnerabilidad.		Elaboración del organismo a cargo de la construcción del mapa de RICV.	Zonificación de riesgos	Mapa de riesgos a incendios forestales y de la cobertura vegetal	Mapa obtenido a partir del producto normalizado y categorizado de los mapas de amenaza total y vulnerabilidad total.	X	

FICHA 3

3.1. NORMALIZACIÓN, PONDERACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES

Una vez definidas las variables de riesgo, es necesario establecer un criterio coherente para integrarlas de la manera más apropiada; para ello las variables deben clasificarse según una escala numérica de riesgo. En muchos casos, la formulación de niveles de riesgo supone un cambio en la naturaleza del dato, por ejemplo, diferentes intervalos de pendiente deberán definirse mediante valores numéricos asociados a un nivel de riesgo específico (bajo, medio, alto), por lo que se deberá pasar de una escala nominal-categoría a otra de naturaleza ordinal. Así mismo, la integración de las variables en un índice único requiere que se pondere cada una de ellas en función de su importancia en la explicación de la ocurrencia del incendio.

Teniendo en cuenta que la metodología requiere de la elaboración de síntesis parciales de los diversos factores de riesgo hasta la elaboración de la síntesis final, es necesario utilizar procedimientos cualitativos basados en ponderaciones realizadas por expertos. La opinión de los expertos se ordena mediante la construcción de jerarquías, el establecimiento de prioridades y el análisis matemático de la consistencia lógica de las ponderaciones, empleando un análisis de evaluación multicriterio (Barredo, 1996), con el fin de disminuir la subjetividad al calificar y ponderar cada una de las variables.

3.1.1. Normalización de variables y factores

Debido a que existen diferencias entre las escalas sobre las cuales se miden las variables y factores, es necesario estandarizarlos antes de combinarlos y transformarlos para que todos ellos puedan ser correlacionados. Si se tiene en cuenta que todos los factores que se incorporan al análisis son variables de índole continua y adquieren características de grupos difusos, es decir que presentan vaguedad en la definición de sus límites y rangos, para poder llegar a categorizarlos y clasificarlos adecuadamente, se requiere de una normalización.

El criterio de normalización empleado, se basa en los propuestos por la lógica difusa (fuzzy) utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Factor normalizado} = ((x - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min}))$$

Donde:

X, valor que adquiere el factor en un lugar específico del área de estudio

Min, Valor mínimo del factor en toda el área de estudio

Max, Valor máximo presentado por el factor en toda el área de estudio

Una vez normalizadas las variables y los factores, se agrupan bajo una distribución de frecuencias en 5 rangos, generando el tamaño de cada rango a partir de la amplitud de los valores generados mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Amplitud del rango} = ((\text{Max1} - \text{Min1}) / n)$$

Donde:

Min1, Valor mínimo normalizado del factor en toda el área de estudio

Max1, Valor máximo normalizado presentado por el factor en toda el área de estudio

N, Número total de datos de cada factor.

Para lograr la estandarización de los datos, a los rangos así obtenidos se les asigna una calificación que permita hacer comparables en términos de unidades de análisis variables que se encuentran en diferentes tipos de unidades de medida (p.ej. Paisajes y unidades político administrativas) Para ello se utilizan los procesos de la lógica difusa (Fussy), con el fin de establecer los criterios de calificación necesarios para realizar la integración de variables, de esta manera se generan cinco rangos de calificación (0 a 5) que corresponden a 6 categorías de amenaza y una categoría “sin información” establecidas como se muestra en la siguiente tabla:

Calificación	Categoría
0	Sin riesgo ¹
1	Muy Baja
2	Baja
3	Moderada
4	Alta
5	Muy alta
6	Sin información ²

Adicionalmente se incluye la categoría “Sin información” para aquellas zonas en las cuales no se disponga de información para alguno de los factores de evaluación, ya que a estas no se les puede asignar un valor de amenaza, vulnerabilidad o riesgo, pues no se tiene información.

¹ La categoría sin riesgo se considera solo para aquellos factores en los cuales se tienen elementos que no presentan ningún tipo de afectación (no combustibles). Por ejemplo en la susceptibilidad las superficies de agua, las zonas urbanas, los suelos desnudos, no presentan riesgo a incendios de la cobertura vegetal. No es aplicable a todos los factores.

² Esta categoría se contempla, debido a que pueden existir zonas para las cuales no se tenga información por un determinado elemento. Por ejemplo en el caso de la evaluación de la susceptibilidad, la cobertura CLC, tiene una categoría denominada nubes y sombras, en estas zonas no se tiene información, por lo cual no se les puede asignar ninguna categoría de susceptibilidad. No es aplicable a todos los factores

3.1.2. Ponderación de variables y factores

Una vez normalizadas las variables, se estructuran los factores. De esta manera, con independencia de las unidades de medida iniciales y del recorrido de cada variable, se generan los mapas en los que la variable es sustituida por un determinado valor de adecuación (calificación categórica).

Tras la normalización de los variables se desarrolla un sistema de ponderación de las mismas (ponderaciones propuestas mediante consulta a expertos), basado en la consideración de que no todas las variables de naturaleza continua incorporadas tienen la misma importancia, por ello, cada factor asume un peso relativo que hará que ciertas variables incidan en mayor o menor medida sobre la adecuación final para el objetivo propuesto.

La forma de ponderación propuesta se realiza mediante el método desarrollado por el matemático Thomas Saaty que consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico). El propósito del método es permitir que los agentes decisores (expertos consultados) estructuren el problema en forma visual, mediante la construcción del modelo.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por los expertos, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El AHP permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizarla.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho de que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9, como se muestra en el siguiente cuadro.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual	Más importante			



Los expertos consultados deben entonces leer cuidadosamente la definición de cada una de las variables o factores a considerar para las diferentes categorías de análisis (amenaza y vulnerabilidad) y ponderar según la escala planteada, el grado de importancia que cada una de las variables de la fila ejercen sobre cada una de las variables de las respectivas columnas para cada una de las categorías (amenaza o vulnerabilidad). Es decir deben dar los pesos al comparar cada par posible de variables, e ingresar los puntajes en la matriz correspondiente de comparación por pares. Ya que la matriz es simétrica, sólo es necesario ser llenada la mitad triangular inferior (espacios en blanco). Un ejemplo de ello se muestra en la siguiente figura.

	Susceptibilidad a incendios	Precipitación	Temperatura	Vientos	Radiación	Pendiente	Frecuencia (Índice de frecuencia)	Causalidad (Índice de causalidad)	Accesibilidad
Susceptibilidad a incendios	1								
Precipitación	3	1							
Temperatura	3	1/3	1						
Vientos	1	1/5	3	1					
Radiación	5	5	5	3	1				
Pendiente	1	1/3	1	1	1/5	1			
Frecuencia (Índice de frecuencia)	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1		
Causalidad (Índice de causalidad)	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	5	1	
Accesibilidad	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1	5	5	1

Para el ejercicio realizado a nivel nacional fueron consultados expertos nacionales e internacionales dando como resultado las siguientes ecuaciones de relación, que se incluyen aquí al considerar las mismas de utilidad también para los niveles regional y local. De aplicar estas, no sería necesario desarrollar el procedimiento antes referido.

Amenaza = susceptibilidad de la vegetación X (0,17) + precipitación X (0,20) + temperatura X (0,20) + pendientes X (0,07) + frecuencia X (0,10) + accesibilidad x (0,10) + vientos x (0,10) + radiación solar x (0,07)

Vulnerabilidad = V. institucional X (0,05) + V. patrimonial X (0,20) + V. poblacional X (0,31) + V. territorial X (0,20) + V. infraestructura X (0,06) + V. económica X (0,18)

La sumatoria total de los pesos asignados a las variables consideradas dentro de la ecuación es igual a 1. Dentro de la fórmula se deben contemplar todas las variables que intervienen, aunque al momento de evaluar no se tengan todas. Para el caso en que no se utilicen todas las variables el valor para la ponderación de la amenaza o la vulnerabilidad total sería menor a 1, pues correspondería a la sumatoria de los pesos de las variables utilizadas.

FICHA 4

4.1. ETAPA PREPARATORIA

Esta etapa tiene como objetivo la generación o elaboración de la cartografía base del área de estudio.

La información requerida se anota en la ficha 2 y corresponde a la cartografía relativa a la división político-administrativa; la distribución espacial de la población, esto es, la identificación y localización de los centros poblados así como de las viviendas rurales aisladas; la espacialización del sistema vial en consideración de las vías primarias, secundarias y terciarias; la red hidrográfica que incluye ríos, quebradas y cuerpos de agua y finalmente la topografía que recoge las curvas de nivel.

La recopilación, análisis y validación de dicha información son los pasos preparatorios para elaborar la cartografía base del área de estudio tal como se muestra en la siguiente figura.

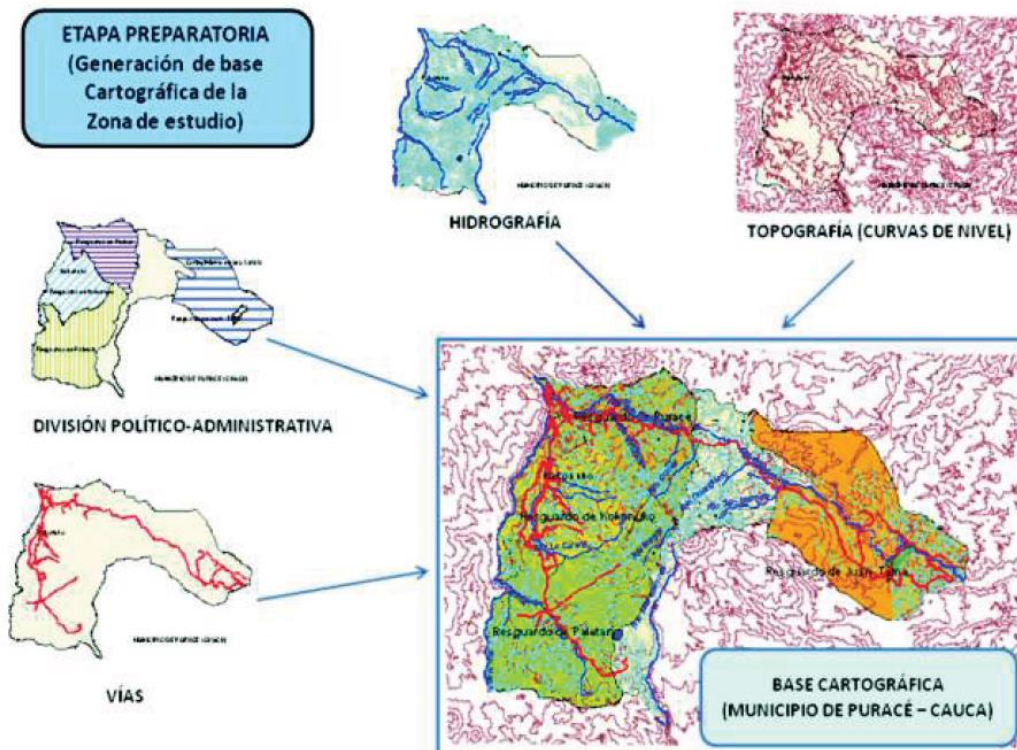


Figura 4. Representación gráfica del procedimiento de preparación de la base cartográfica necesaria.

FICHA 5

5.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

5.1.1. Información requerida

La siguiente figura muestra el diagrama de flujo que interrelaciona los factores de amenaza de incendios de la cobertura vegetal.

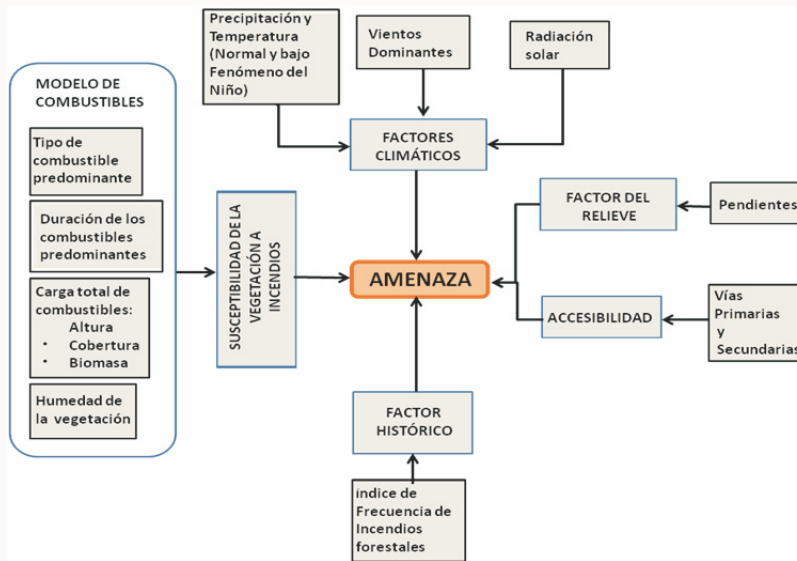


Figura 5. Representación gráfica de los componentes de la amenaza

Para la realización de la evaluación de amenazas de incendios forestales se requiere de la siguiente información cartográfica (ver Ficha 2):

- Mapa base que contenga límites político-administrativos, centros poblados, hidrografía, curvas de nivel, vías)
- Mapa de cobertura vegetal
- Mapa de precipitación media multianual (isoyetas)
- Mapa de temperatura media multianual (isotermas)
- Mapas históricos de existencia de incendios forestales a nivel municipal (cantidad de incendios y causas de los mismos)
- Mapa de pendientes
- Mapa vial

Adicionalmente, según sea posible, se pueden incorporar otras variables no consideradas en el presente protocolo como:

- Dirección de vientos predominantes
- Velocidad de vientos predominantes
- Radiación solar

5.1.2. Integración de factores

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

Los factores que se consideran en este protocolo como elementos para la evaluación de la amenaza son: Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios (tipo, carga y duración de combustibles), accesibilidad, factores climáticos (temperatura, precipitación, vientos y radiación solar - los dos últimos dependen de la disponibilidad de información que se tenga en la Corporación), relieve (pendiente) y histórico (frecuencia de incendios).

5.1.2.1 Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios

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 Páramo, 2007.

El modelo de combustibles representa la condición pirogénica de la vegetación colombiana, aspecto clave en la evaluación del comportamiento de nuestros ecosistemas frente al fuego, tanto en el inicio de un incendio, como en la modelación del comportamiento del fuego, en caso de presentarse eventos de esta índole.

El modelo de combustibles desarrollado, se estructuró mediante una clasificación jerárquica, conformada por los siguientes factores:

- Tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema: tipo de cobertura vegetal y biotipo dominante.
- Duración del tipo de combustible dominante: duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1 h, 10 h, 100 h),
- Carga total de combustibles: caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en Ton/ha).
- Humedad media de la vegetación: distribución cualitativa de los rangos obtenidos a partir del índice de vegetación NDII. Este último nivel define el modelo de combustible para una determinada unidad de vegetación.



5.1.2.2 Factores climáticos

El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y la propagación de los incendios forestales ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada, lo cual influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente, ya que la humedad hace que la vegetación sea más o menos resistente a la afectación del fuego, lo que conlleva a que exista una mayor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego, razones que posicionan las condiciones climáticas como factor de utilización indispensable para la evaluación de la amenaza.

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 y bajo la incidencia de anomalías climáticas como el Fenómeno del Niño. Se considera como información opcional a ser incluida, la relativa a los vientos dominantes y la radiación solar.

5.1.2.3 Factor del relieve

La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie, la propagación a favor de la pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en ciertas posiciones topográficas.

Con el propósito de incorporar este factor en la evaluación de la amenaza, es pertinente elaborar un mapa de pendientes a partir de la elaboración de un modelo digital del terreno.

5.1.2.4 Factor histórico

A partir de la información contenida en los partes de incendios acaecidos durante un determinado periodo de tiempo (recomendable de 10 a más años), se realiza el análisis a través del índice de frecuencia de incendios forestales, el cual refleja la frecuencia de eventos, referido al área; aplicando lo

muestran a continuación:

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a ni$$

- Fi : Frecuencia de incendio
 a : Número de años
 ni : Número de incendios de cada año

5.1.2.5 Accesibilidad

Expresada como la densidad vial, este factor se considera parte de la amenaza, debido a que es fundamental en la generación de la probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas forestales y generar focos de incendio.

5.1.3. Procesamiento (metodología para el análisis de la amenaza)

5.1.3.1 Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

La clasificación, calificación y posterior categorización de la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura (como factor fundamental de la amenaza); se realiza a partir de la información obtenida del análisis de la condición pirogénica de la vegetación colombiana, basado en el modelo de combustibles desarrollado por Páramo 2007. Para ello se lleva a cabo una calificación de los factores de mayor relevancia que caracterizan la condición pirogénica y que tienen una alta importancia en el establecimiento de la susceptibilidad.

El procedimiento a seguir para la determinación de la susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios, es el siguiente:

Paso 1. Generación del mapa de tipo de combustibles

A partir del mapa de cobertura vegetal, se genera una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada de ellos un valor de calificación de acuerdo el modelo de combustibles desarrollado por Páramo 2007, en el que los combustibles se clasifican en dos categorías:

Combustibles ligeros. Son los que tienen menos de 1 cm de diámetro: pastos, hierbas, hojas, pinocha, helechos, líquenes, ramillas, etc. Se inflaman con facilidad y se consumen rápidamente cuando están secos.

Combustibles pesados. Son los que tienen mas de 1 cm de diámetro: troncos, tocones, ramas gruesas, raíces, etc. (Árboles y arbustos). Se inflaman mas difícilmente que los ligeros y arden mas despacio.³⁻⁴

Los siguientes cuadros, presentan la clasificación realizada para las coberturas presentes en la zona objeto del estudio de caso que ejemplifica el protocolo; La clasificación aplicable al nivel nacional se presenta en los anexos 1 y 2.

³ Dirección General de Protección Civil y Emergencias. 2012. Vademecum Remer. Incendios. <http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm010.htm#1009d>. Página virtual. Gobierno de España. Ministerio del Interior.

⁴ Páramo Rocha, Gabriel Eduardo (2011). Susceptibilidad de las coberturas vegetales de Colombia al fuego. En: Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. IDEAM. Bogotá, Colombia. Pág. 111.



TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas/arbustos/árboles
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas/arbustos/árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.2. Bosque abierto	Arboles/arbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles/arbustos/hierbas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles/arbustos
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.2.2. Arbustal	Arbustos
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles
4.1.1. Zonas pantanosas	Hierbas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles

TIPO DE COBERTURA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD
Suelos desnudos, roca, nieves perpetuas, cuerpos de agua, zonas urbanas y todas aquellas coberturas no naturales	No combustibles	0	Sin riesgo
Bosques densos y abiertos, altos y bajos	Árboles	1	Muy Baja
Bosques fragmentados	Árboles/arbustos	2	Baja
Arbustales	Arbustos	3	Moderada
Arbustal abierto y herbazal con arbustos y/o arbolado	Arbustos/Hierbas – árboles/hierbas – pastos/hierbas/arbustos/árboles	3	Moderada
Herbazales y cultivos herbaceous	Hierbas/ cultivos herbáceos	4	Alta
Pastos enmalezados	Hierbas – Pastos	5	Muy alta
Pastos limpios y zonas verdes urbanas	Pastos – zonas verdes urbanas	5	Muy alta
Zonas con presencia de nubes o sombras	Sin información	6	Sin información

Paso 2. Generación del mapa de duración de combustibles

A partir del mapa de cobertura vegetal, generar una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo a las coberturas predominantes una calificación según la duración de los combustibles, como se muestra en los siguientes cuadros, aplicables al estudio de caso que ejemplifica el protocolo; para cubrimiento nacional los cuadros de reclasificación se presentan en los anexos 1 y 2.



TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	100 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	100 horas
3.2.2. Arbustal	10 horas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	10 horas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	10 horas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1. Mosaico de cultivos	1 hora
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
3.2.1. Herbazal	1 hora
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

TIPO COBERTURA	DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD
Suelos desnudos o degradados, roca, nieves perpetuas, cuerpos de agua, zonas urbanas y todas aquellas coberturas no naturales	No combustibles	0	Sin riesgo
Zonas verdes urbanas / pastos limpios	1 hora	1	Baja
Herbazales / cultivos herbáceos / pastos enmalezados	1 hora	1	Baja
Arbustal abierto / herbazal con arbustos y/o arbolado	10 horas	2	Moderada
Arbustales / mosaicos con espacios naturales	10 horas	2	Moderada
Bosques fragmentados	100 horas	3	Alta
Bosques densos y abiertos, altos y bajos	100 horas	3	Alta
Zonas en las que no se tiene información por presencia de nubes o sombras)	Sin información	6	Sin información

Paso 3. Generación del mapa de carga de combustibles

A partir del mapa de cobertura vegetal y de información específica que se tenga sobre la biomasa de los diferentes tipos de cobertura (expresada en toneladas por hectárea) generar una reclasificación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo a las coberturas predominantes y a su contenido de biomasa (carga de combustibles) una calificación de acuerdo a los siguientes cuadros, aplicables al estudio de caso que ejemplifica el protocolo; para cubrimiento nacional los cuadros de reclasificación se presentan en los anexos 1 y 2.



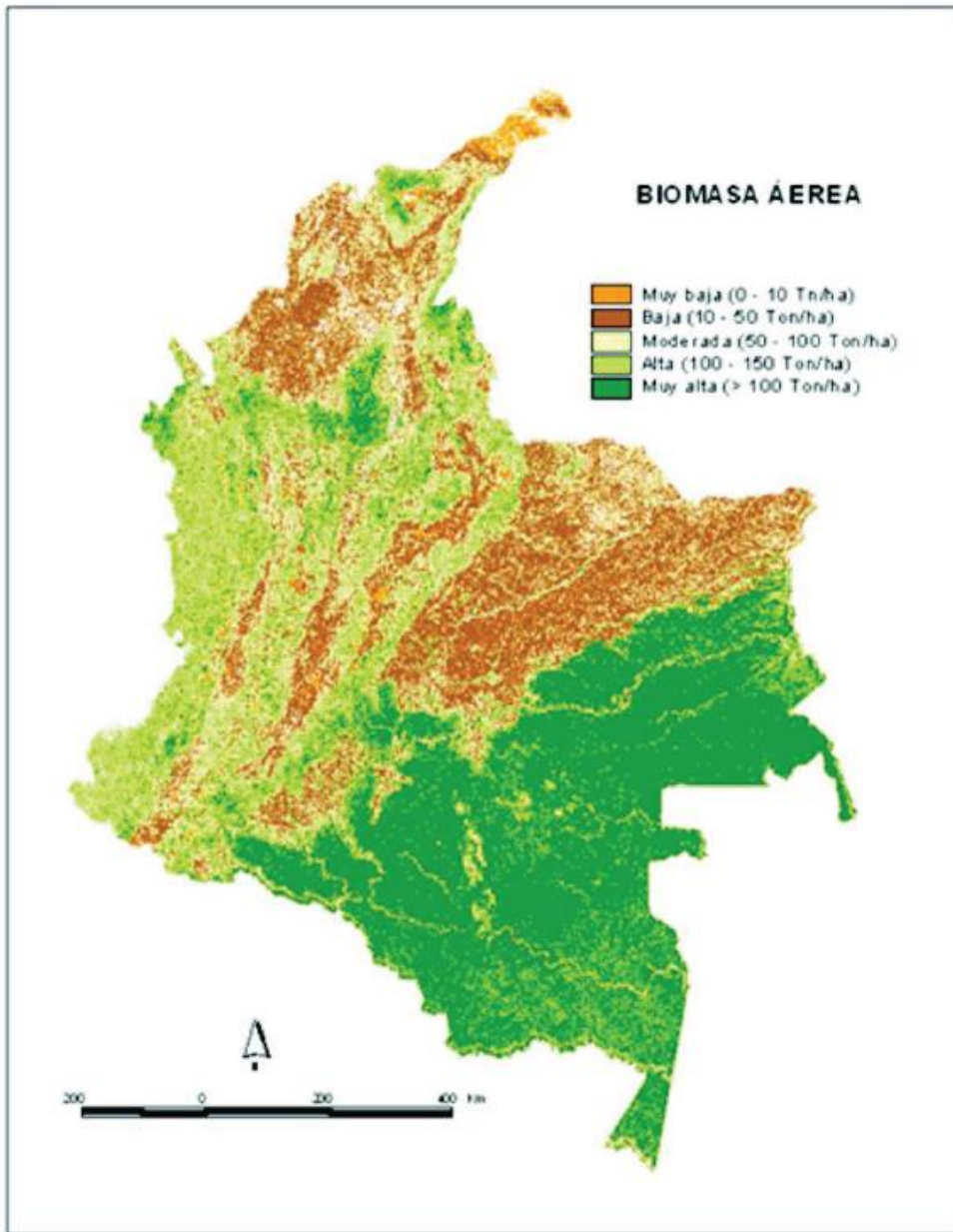
IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	más 100 ton/ha
3.1.3. Bosque fragmentado	más de 100 ton/ha
3.1.4. Bosque de galería y ripario	más de 100 ton/ha
3.2.2. Arbustal	50 - 100 ton/ha
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	50-100 ton/ha
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	50-100 ton/ha
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1-50 ton/ha
2.4.1. Mosaico de cultivos	1-50 ton/ha
2.3.3. Pastos enmalezados	1-50 ton/ha
2.3.1. Pastos limpios	1-50 ton/ha
3.2.1. Herbazal	1-50 ton/ha
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

TIPO COBERTURA	CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD
Suelos desnudos o degradados, roca, nieves perpetuas, cuerpos de agua, zonas urbanas y todas aquellas coberturas no naturales	No combustibles	0	Sin riesgo
zonas verdes urbanas	<1 ton/ha	1	Baja
Herbazales / cultivos herbáceos / pastos enmalezados / pastos limpios	1-50 ton/ha	2	Moderada
Arbustal abierto y herbazal con arbustos y/o arbolado	50 a 100 ton/ha	3	Alta
Arbustos	50 a 100 ton/ha	3	Alta
Bosques fragmentados	>100 ton/ha	4	Muy alta
Bosques densos y abiertos, altos y bajos	>100 ton/ha	4	Muy alta
Sin información (zonas en las que no se tiene información por presencia de nubes o sombras)	Sin información	6	Sin información

En el caso de no tenerse suficiente información disponible para realizar la calificación de carga total de combustibles, se puede tomar como referencia la carga de combustibles para cada región en particular a partir del mapa de biomasa aérea:



Mapa 1. Mapa de biomasa aérea. Fuente: Páramo, G.E. 2007. Análisis, diagnóstico y elaboración del mapa de susceptibilidad a los incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Contrato de Consultoría No. 2062372 (MAVDT-FONADE). Informe Final.

Paso 4. Generación del mapa de humedad de la vegetación

A partir del mapa de cobertura vegetal o el mapa de ecosistemas y de información específica que se tenga sobre los contenidos de humedad (FMC) para los diferentes tipos de combustibles y/o

ecosistemas (expresados en porcentaje), generar una reclasificación de las coberturas, asignando de acuerdo a su contenido de humedad (humedad de la vegetación) una calificación.

Paso 5. Generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios

Una vez asignadas las respectivas calificaciones y generados los mapas de tipo, duración, carga de combustibles y humedad del combustible (si se dispone de información), se procede a la realización del producto entre cada uno de ellos (álgebra de mapas); el resultado obtenido se agrupa posteriormente en 5 niveles de calificación mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asigna una calificación que varía entre 0 (rango menor) y 5 (rango mayor) a estas calificaciones se les asignan las categorías de susceptibilidad así: sin riesgo (valor 0) hasta muy alta (valor 5) (Ver figura ***), mediante la siguiente ecuación:

$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct) + CAL(hc)$ Donde:

SUSC: Susceptibilidad total 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

CAL(hc): Calificación de la humedad del combustible

5.1.3.2 Factores climáticos

El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y propagación de los incendios forestales ya que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada, lo cual influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible disponible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego (lo que determina la susceptibilidad de la vegetación), ya que el contenido de humedad de los tejidos vegetales (influida directamente por la precipitación, humedad del suelo y temperatura ambiental) hace que la vegetación sea más o menos resistente a la afectación del fuego. Estas razones posicionan las condiciones climáticas como factor indispensable para la evaluación de la amenaza y por ello se considera necesario generar una calificación de los factores climáticos bajo las condiciones normales de precipitación y temperatura imperantes en el país. (adaptado de CONIF-MAVDT, 2008, Páramo, 2010)

Paso 1. Incorporación de variables climáticas como factores fundamentales de la amenaza

Para generar los mapas de las variables climáticas a partir de la información de precipitación, temperatura, vientos y radiación solar⁵ que caracteriza climáticamente a los ecosistemas colombianos (IDEAM, 2007), se efectúa un procedimiento similar al de la calificación de la susceptibilidad.

⁵ **NOTA.** Los mapas de clima no tienen escala ya que se manejan mediante niveles de precisión, los cuales se refieren al número de estaciones que aportan los datos y al modelo utilizado para el procesamiento de dichos datos.



Precipitación media anual (mm)	calificación	Categoría de amenaza
>7000	1	Muy baja
3000 – 7000	2	Baja
2000 – 3000	3	Moderada
1000 – 2000	4	Alta
0 – 1000	5	Muy alta

Temperatura media anual (mm)	Calificación	Categoría de amenaza
<6°	1	Muy baja
6° - 12°	2	Baja
12° - 18°	3	Moderada
18° - 24°	4	Alta
>24°	5	Muy alta

Radiación media anual (KWh/m2/año)	Calificación	Categorización de amenaza
<3,0	1	Muy baja
3,0 – 4,0	2	Baja
4,0 – 5,0	3	Moderada
5,0 – 6,0	4	Alta
>6,0	5	Muy alta

Velocidad media multianual del viento (m/s)	Calificación	Categorización de amenaza
<2,0	1	Muy baja
2,0 – 3,0	2	Baja
3,0 – 4,0	3	Media
4,0 – 5,0	4	Alta
>5,0	5	Muy alta

5.1.3.3. Factor del relieve

Para la realización del mapa de pendientes se utiliza el mapa de curvas de nivel, a partir del cual se genera el modelo digital del terreno y a partir de éste el mapa de pendientes el cual se reclasifica por grados de pendiente, a los cuales posteriormente se les asignan valores de clasificación en porcentaje de pendiente, de acuerdo con la norma establecida por el IGAC. Finalmente se lleva a cabo la calificación de los rangos establecidos y se realiza la categorización de la amenaza por este factor.

Paso 1. Incorporación de información de pendientes en la evaluación de la amenaza

El mapa de pendientes en grados se clasifica por porcentaje de pendiente y se le asigna la calificación y categorización según el siguiente cuadro para así obtener el mapa de amenaza por pendientes.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Grados de pendiente	Clasificación Pendiente (%)	Calificación pendiente	Categoría amenaza
0 – 3,15	0 – 7	1	Muy baja
3,16 – 5,40	7 – 12	2	Baja
5,41 – 11,25	12 – 25	3	Moderada
11,26 – 33,75	25 – 75	4	Alta
>33,76	>75	5	Muy alta

5.1.3.4. Factor histórico

A partir de la información de estadísticas históricas sobre incendios que se tengan a nivel regional y/o municipal el siguiente paso, consiste en el cálculo de los índices de frecuencia y causalidad de dichos fenómenos.

Paso 7. Incorporación de información de carácter histórico sobre los incendios forestales en la evaluación de la amenaza

El análisis de la frecuencia-causalidad, se realizan mediante la aplicación de las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a ni$$

$$Ci = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a \frac{\sum_{j=1}^a Cnic}{ni}$$

Donde

Fi : Frecuencia de incendio a: Número de años

ni : Número de incendios de cada año

Ci : Índice de causalidad

C : Causa específica de cada incendio

nic: Número de incendios por cada causa por cada año.

Una vez calculados los índices de frecuencia de incendios (Fi) y Causalidad de incendios (Ci), se procede a realizar la normalización de los datos y su respectiva calificación y categorización como se indica en el numeral 3.1.1. de este protocolo, con el fin de obtener el mapa de frecuencia-causalidad.

El objetivo es realizar el análisis mediante categorías integrales, lo que permite obtener una visión holística y no paramétrica o sectorial del territorio. Por esta razón, se plantea como mecanismo de integración la asignación de un valor de ponderación a cada causa de incendio, de acuerdo con su participación en la frecuencia de incendios.

Para la determinación de la amenaza por frecuencia, una vez obtenida y espacializada la información de los incendios ocurridos por períodos de 10 años, se procede a realizar el análisis de la información para proceder a la clasificación y calificación del factor de frecuencia de acuerdo como se muestra en la siguiente tabla:



Clasificación (Incendios por periodo de 10 años)	Calificación amenaza total	Categoría amenaza total
En esta columna se introducen los valores de los rangos establecidos a partir de la distribución de frecuencias de los valores obtenidos a partir del cálculo del índice de frecuencia de incendios.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

5.1.3.5. Accesibilidad

La accesibilidad se considera parte de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal, debido a que es un factor determinante en la probabilidad de que la población pueda acceder a las áreas con coberturas vegetal susceptibles y generar focos de incendios.

Este factor se puede evaluar desde dos perspectivas, la primera expresada como la densidad vial, que corresponde a los kilómetros de vía por unidad de superficie en un área determinada y, la segunda, expresada como cercanía de las vías a coberturas vegetales susceptibles de ser incendiadas.

Paso 1. Análisis y evaluación de la accesibilidad por cercanía a las vías

Para el análisis por la cercanía a las vías se debe realizar a partir del mapa vial (vías principales y secundarias), la generación de 4 buffers (cada uno de 500 m de ancho a lado y lado); una vez generados los buffers, se procede a su calificación (la cual toma valores entre 1 y 5), teniendo como base la facilidad de acceso a las distintas coberturas teniendo como parámetro la distancia de estas a las vías, de la siguiente manera:

DISTANCIA A LA VÍA (ANCHO DEL BUFFER EN m)	CALIFICACIÓN	CATEGORIA DE AMENAZA
0 – 500	5	Muy alta
500 – 1000	4	Alta
1000 – 1500	3	Moderada
1500 – 2000	2	Baja
>2000	1	Muy baja

Paso 2. Análisis y evaluación de la accesibilidad por densidad vial

Para el análisis por densidad vial, se debe realizar a partir del mapa vial (vías principales y secundarias) un mapa de densidad vial, el cual se reclasifica según la siguiente tabla:

DENSIDA VIAL EN (Km/unidad de área)	Rangos de densidad vial (km/unidad de área)	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA
<½ del promedio vial de la corporación	En esta columna van los rangos establecidos para la clasificación de	1	Muy baja
½ del promedio vial de la corporación		2	Baja



Promedio vial de la corporación	la densidad vial de acuerdo con los valores de densidad planteados en la primera columna.	3	Moderada
Del promedio al doble del promedio vial de la Corporación		4	Alta
>al doble del promedio de la Corporación		5	Muy alta

Para el proyecto piloto que se utiliza como ejemplo en este protocolo, se utiliza como factor para analizar la accesibilidad la distancia de las coberturas vegetales a las vías.

5.1.3.6. Obtención del mapa de amenaza total a incendios de la cobertura vegetal

Paso 1. Generación del mapa de amenaza a incendios de la cobertura vegetal

Con la información generada durante los pasos 1 al 8 mediante procesos de álgebra de mapas se genera una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total a incendios de la cobertura vegetal. Para el estudio de caso presentado en el presente protocolo no se utilizaron los factores de radiación solar y viento, debido a que no se disponía de esta información, por lo tanto no están reflejados en la fórmula y sus valores se restan al total ponderado de la fórmula.

Amenaza = susceptibilidad de la vegetación X (0,17) + precipitación X (0,20) + temperatura X (0,20) + pendientes X (0,07) + frecuencia X (0,10) + accesibilidad x (0,10)

Una vez realizada la respectiva suma ponderada, que para este caso es de 0,84, ya que no incluye los componentes de viento y radiación solar, se procede a realizar una distribución de frecuencias en 5 rangos para así llegar a categorizar el grado de amenaza entre “muy baja” (rango menor) a “muy alta” (rango mayor), considerando las categorías intermedias “baja”, “moderada” y “alta”, respectivamente.

Ponderación amenaza total	Calificación amenaza total	Categoría amenaza total
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

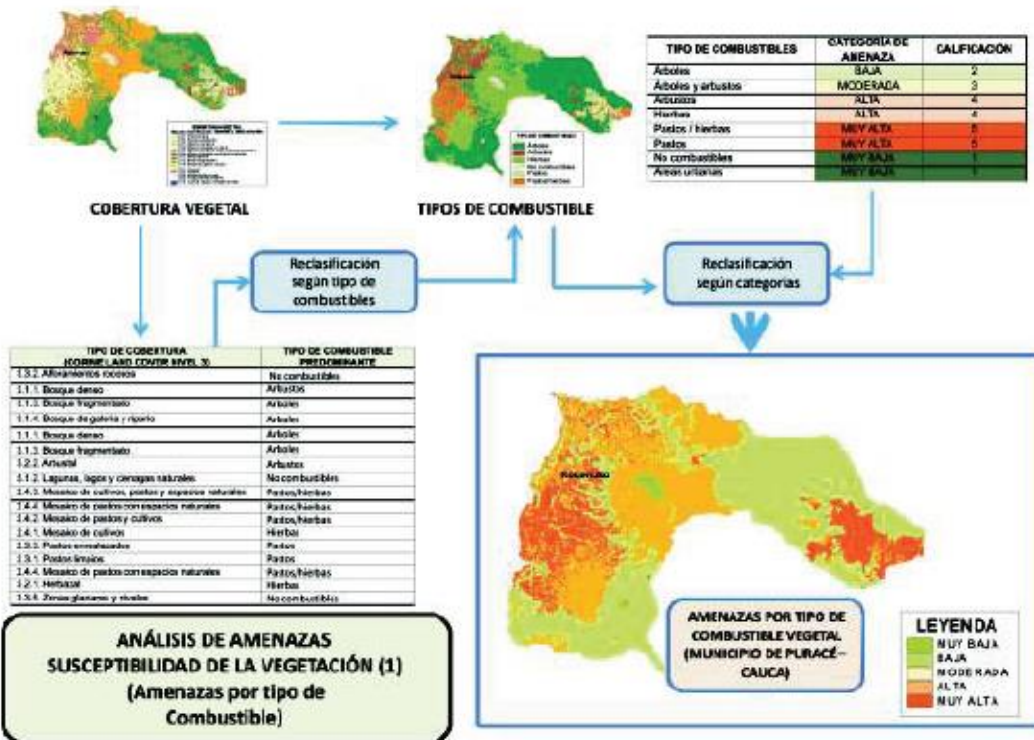


Figura 6.1. Representación gráfica para el análisis de amenaza por tipo de combustible.

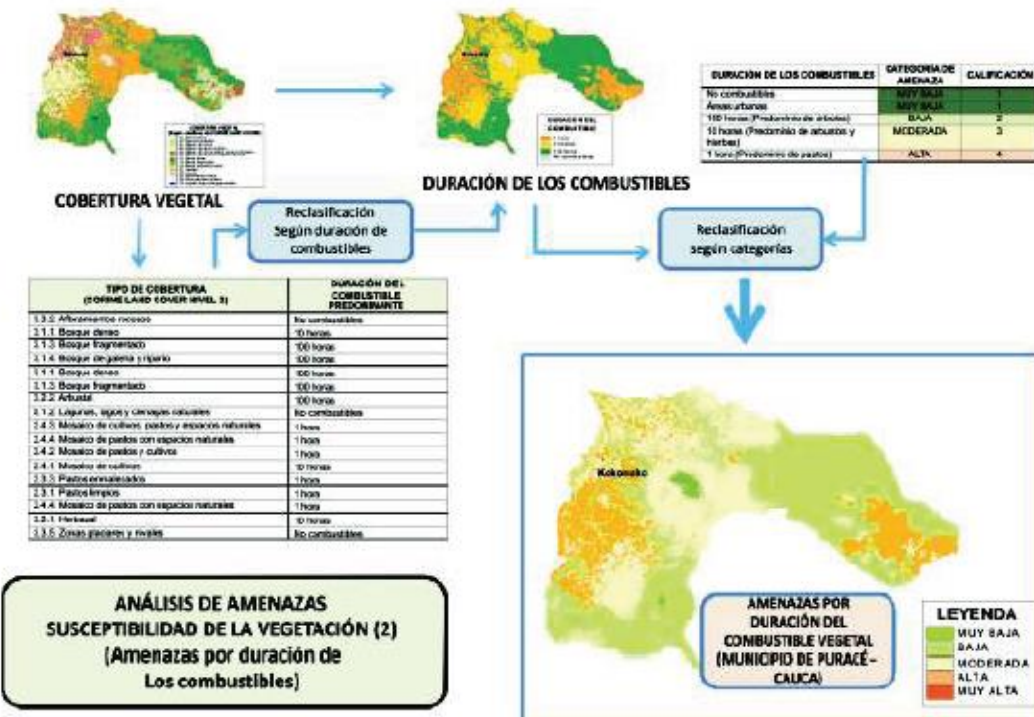


Figura 6.2. Representación gráfica para el análisis de amenaza por duración de combustible.

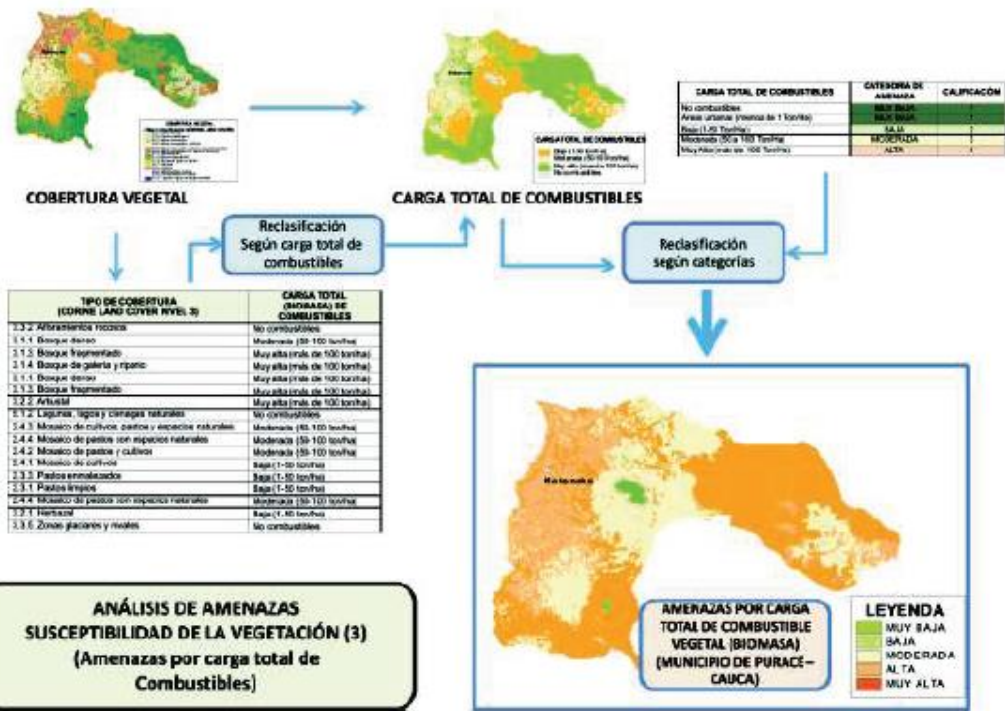


Figura 6.3. Representación gráfica para el análisis de amenaza por carga total de combustible.

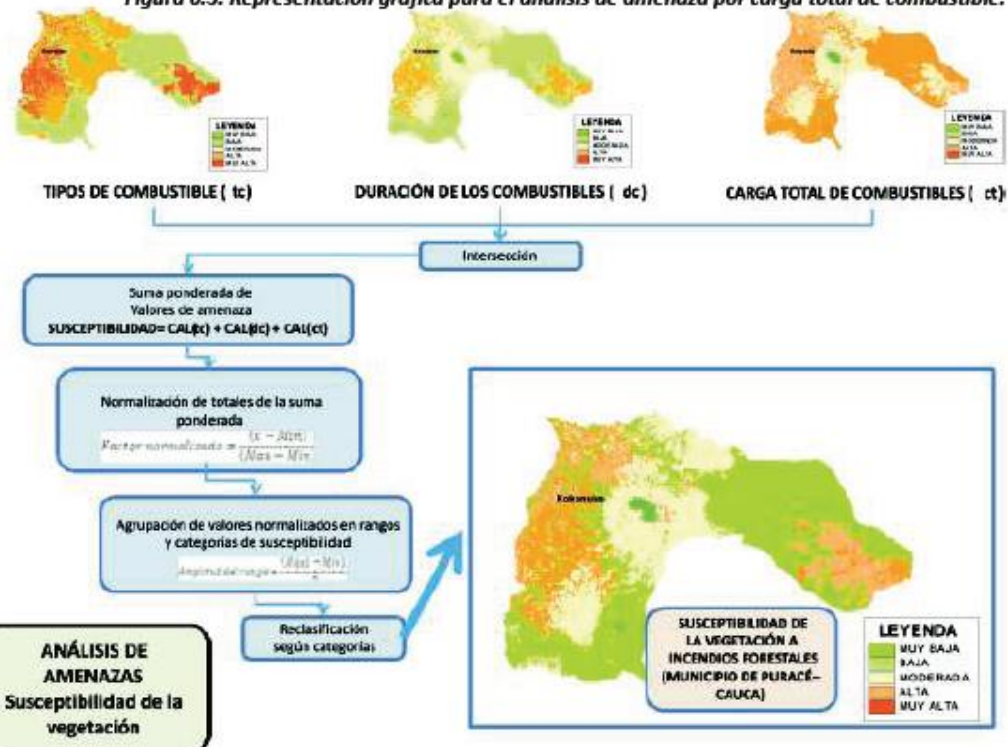


Figura 6.4. Representación gráfica para el análisis de amenaza relacionada con la susceptibilidad de la vegetación.

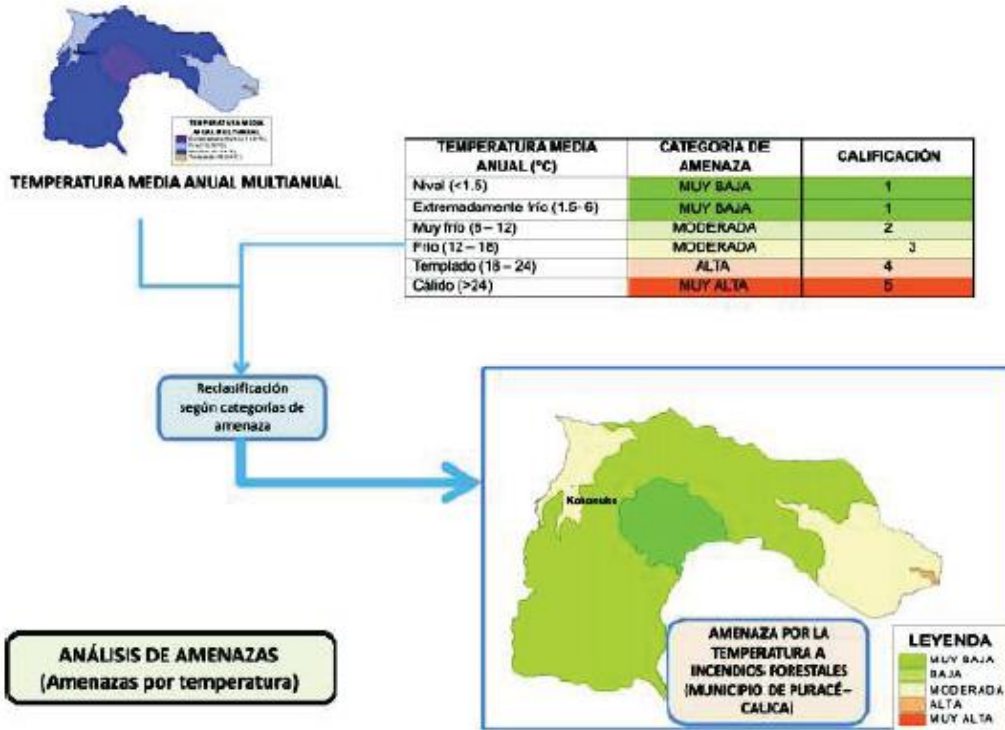


Figura 6.5. Representación gráfica para el análisis de amenaza por temperatura.

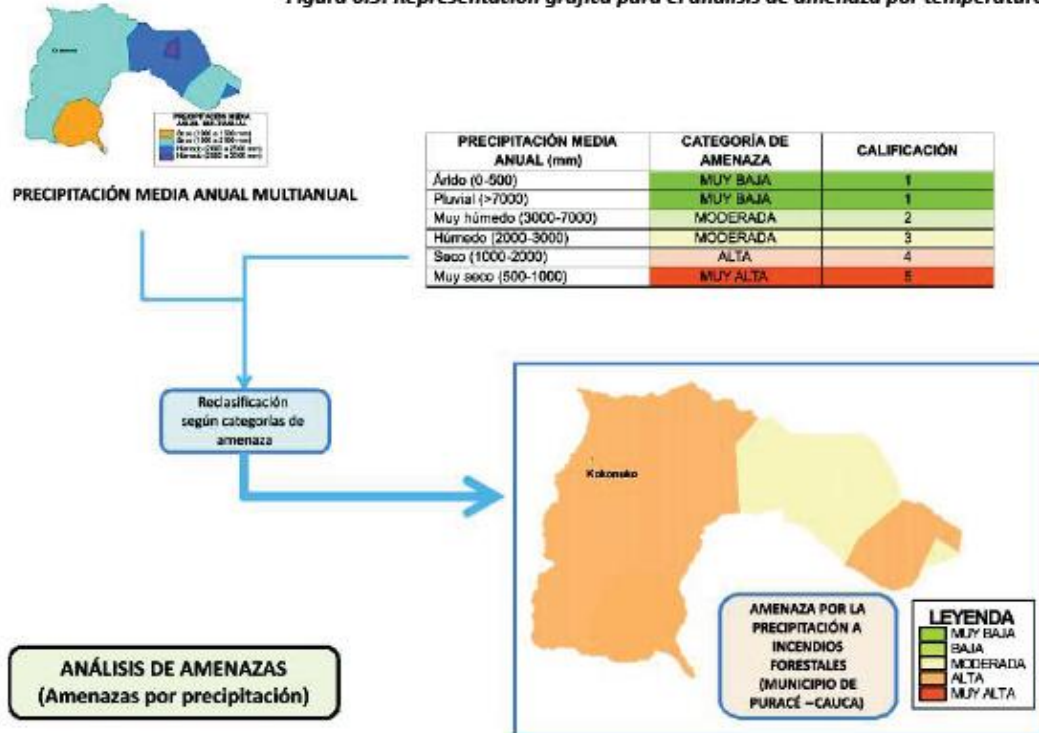


Figura 6.6. Representación gráfica para el análisis de amenaza por precipitación.

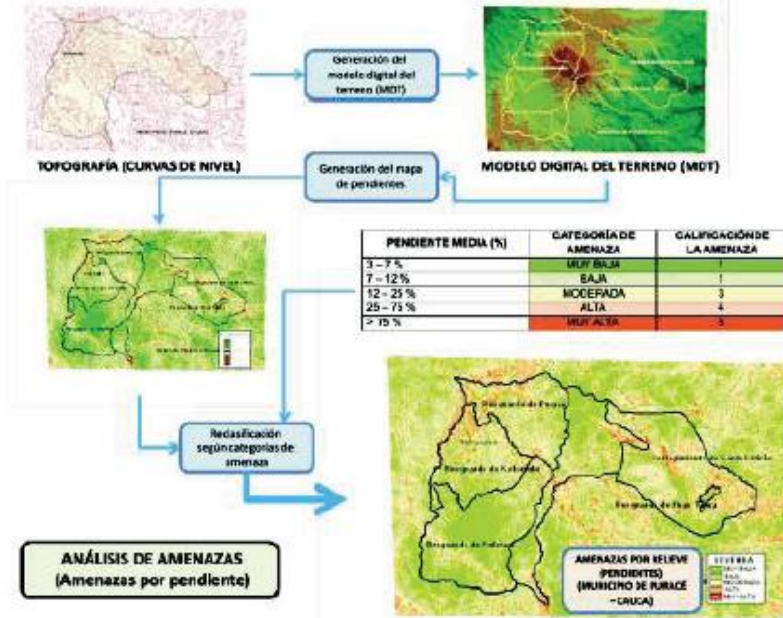


Figura 6.7. Representación gráfica para el análisis de amenaza por pendiente.

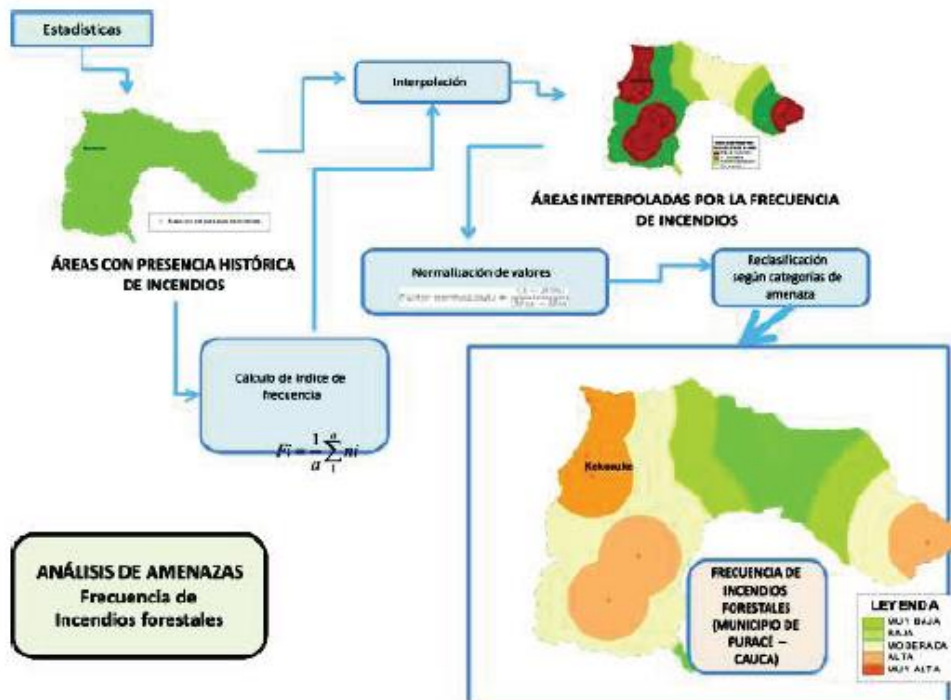


Figura 6.8. Representación gráfica para el análisis de amenaza por frecuencia de incendios forestales.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

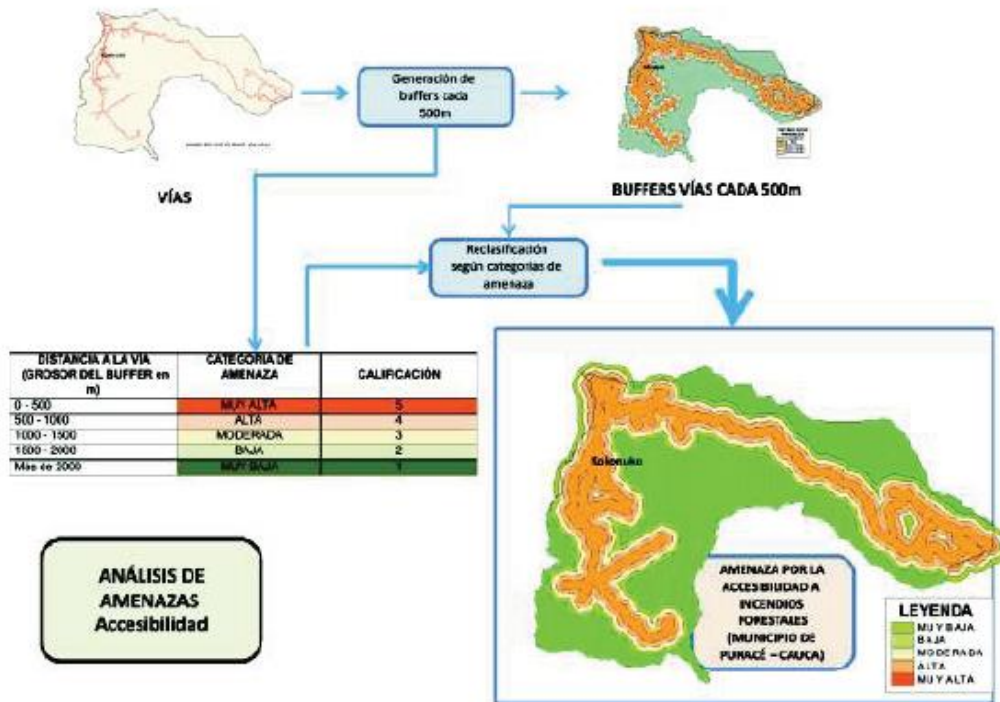


Figura 6.9. Representación gráfica para el análisis de amenaza por accesibilidad.

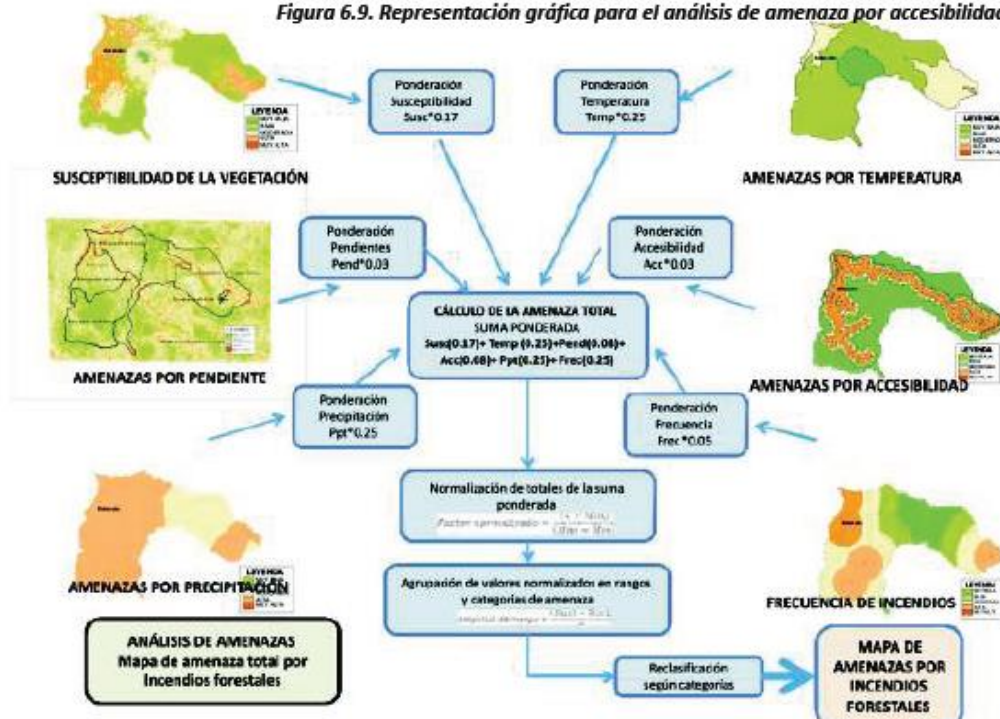
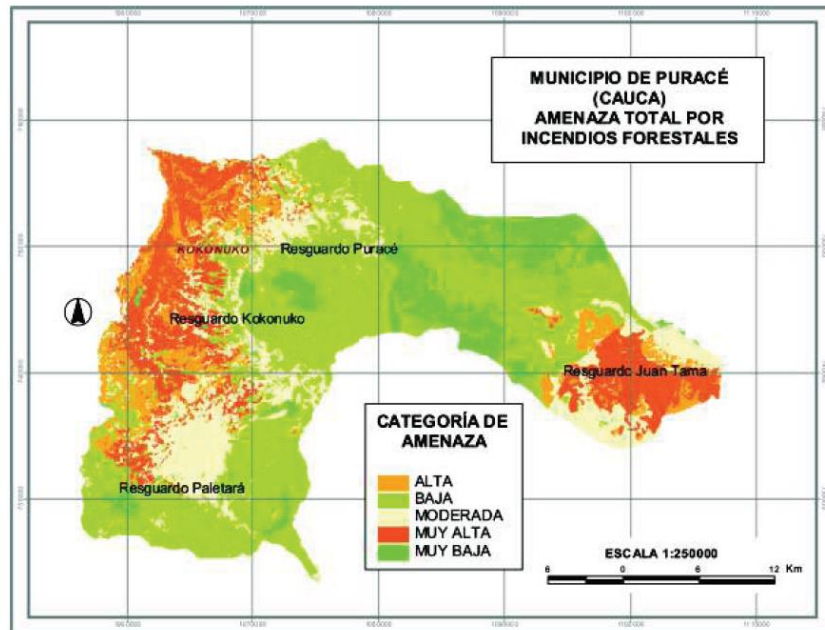


Figura 6.10 Representación gráfica para el análisis de amenaza total por incendios forestales.



Mapa 2. Mapa de amenaza total para incendios (municipio de Puracé) Fuente:
 Páramo, G.E. 2007. Análisis, diagnóstico y elaboración del mapa de susceptibilidad
 a los incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Contrato de Consultoría No.
 2062372 (MAVDT-FONADE). Informe Final.

FICHA 6

6.1. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD⁶

Las consecuencias de los incendios desde la perspectiva de Protección Civil requieren un análisis cuantitativo en función de los elementos vulnerables expuestos al fenómeno de incendios forestales: personas, bienes y medio ambiente.

La vida y la seguridad de las personas, los valores de protección de infraestructuras, instalaciones y zonas habitadas, el valor económico de los sistemas forestales y el patrimonio histórico-artístico, son los tipos genéricos de valores a proteger.

Definida la vulnerabilidad como las posibles pérdidas o daños que pueden sufrir, ante un incendio forestal, la población, los bienes y el medio ambiente, esta propuesta interpreta la vulnerabilidad a partir de la población, los valores de protección de infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico y cultural y la acción institucional, así como de algunos aspectos territoriales.

⁶ Nota. La vulnerabilidad no mide efectos, sino que determina el grado de fragilidad, el valor y posibles pérdidas que un elemento del territorio puede sufrir ante la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.



La siguiente figura muestra el diagrama de flujo que interrelaciona los factores de vulnerabilidad de incendios de la cobertura vegetal.

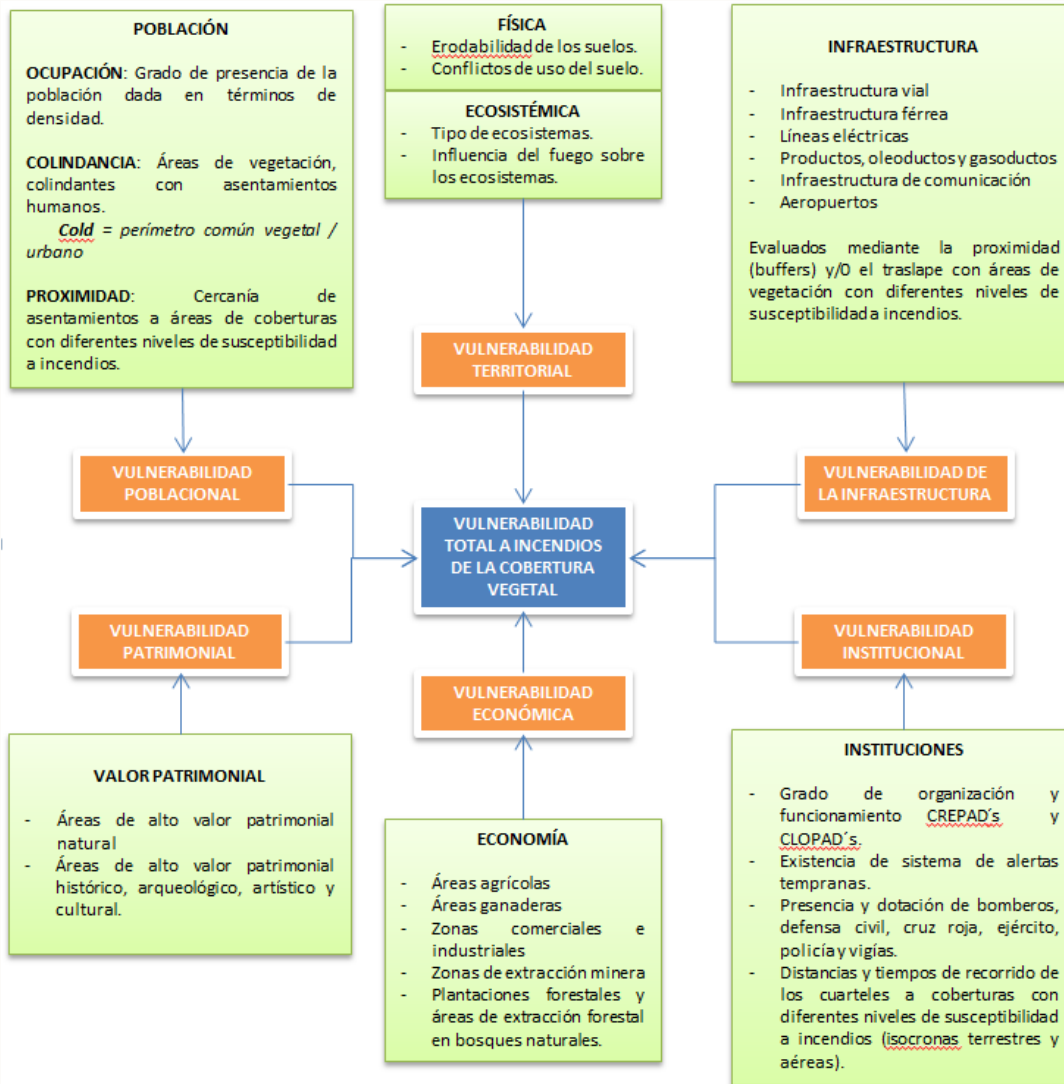


Figura 2. Evaluación y definición de la vulnerabilidad de los elementos presentes en el territorio a incendios de la cobertura vegetal.

6.1.1. Información requerida

Para la realización de la evaluación de la vulnerabilidad a incendios forestales se requiere de la siguiente información cartográfica:



Mapa base que contenga límites político-administrativos, centros poblados, hidrografía, curvas de nivel, vías)

- Mapa de densidad de población (urbana y rural)
- Mapa de cobertura vegetal
- Mapa de uso actual del suelo
- Mapa de conflictos de uso del suelo
- Mapas de áreas protegidas
- Mapas de áreas de manejo especial
- Mapas de infraestructura vial, eléctrica, energética, etc.
- Mapas de localización y áreas de influencia de organismos de socorro
- Adicionalmente según sea posible, se pueden incorporar otras variables no consideradas en el presente protocolo como:
 - Mapa de fragmentación ecosistémica
 - Mapas de riqueza y rareza ecosistémica
 - Mapas de distribución de la población
 - Mapas de principales centros turísticos y de sitios de interés arqueológico, religioso, etc.

6.1.2. Evaluación y definición de la vulnerabilidad frente a incendios forestales

6.1.2.1. Vulnerabilidad poblacional

La vulnerabilidad de la población se puede evaluar a partir de uno de los siguientes tres indicadores o todos en su conjunto (esto dependerá de la disponibilidad de información): Ocupación, Colindancia y Dispersión.

La ocupación o grado de presencia de la población en un área, determina el mayor o menor grado de vulnerabilidad que puede darse por este factor en un determinado territorio. Se evaluará a partir de la densidad de población tanto a nivel de cabecera como rural, para ello se utiliza la información del censo nacional de población, generada por el DANE, que para el proyecto piloto que se trata en este protocolo corresponde al período 2005.

6.1.2.2. Vulnerabilidad territorial

Se entiende como los cambios físicos del suelo ocasionados por factores naturales y antrópicos (estos últimos asociados a las dinámicas de los asentamientos humanos, las dinámicas socioeconómicas (que degradan el territorio o el paisaje), así como las características del medio ambiente natural, que disminuyen su nivel de protección frente a las amenazas a que están expuestos. Para efectos de la propuesta metodológica la vulnerabilidad territorial se evaluará mediante dos componentes: el componente físico y el componente ecológico.

6.1.2.3. Vulnerabilidad física

Evaluada a partir de la consideración de los conflictos de uso del suelo, que pueden potencializar la gravedad de una amenaza presente en un territorio determinado.

Se realiza mediante la categorización y clasificación del peso que un conflicto de uso del suelo tiene para que un área determinada sea más o menos vulnerable a las amenazas presentes en el entorno. Esta clasificación se realiza sobre el mapa de conflictos de uso del suelo y se califica mediante consulta a expertos y conocedores de cada región, municipio y departamento, quienes conocen las dinámicas y problemáticas de uso del suelo y su vinculación con las vulnerabilidades territoriales.

6.1.2.4. Vulnerabilidad ecológica

Evaluada como la adaptación de los ecosistemas al fuego, es decir, los regímenes del fuego (papel que ejerce el fuego en el desarrollo, renovación y conservación de un ecosistema⁷) a los cuales se encuentran sometidos los biomas y ecosistemas colombianos y que los hacen más o menos adaptados a la ocurrencia de un evento.

Para la realización de este mapa se utiliza la información del mapa de ecosistemas y la clasificación de la influencia del fuego en los ecosistemas, consignada en el libro de Bernal Toro, et al, 2011, En el anexo 1 se muestra la tabla de clasificación de los ecosistemas de acuerdo a las cinco categorías de influencia que el fuego ejerce sobre ellos:

- **no influidos por el fuego**, no combustibles.
- **Independientes del fuego**, el fuego juega un papel mínimo en la dinámica del ecosistema. No requieren del fuego para que se detonen los mecanismos propios de sucesión. Estos ecosistemas son especialmente sensibles a los incendios forestales, ya que no poseen mecanismos de resiliencia ni resistencia adecuados para absorber los efectos del fuego. La generación de un fuego en estos ecosistemas puede ocasionar daños irreparables.
- **sensibles al fuego**, ecosistemas que no se han desarrollado con intervención del fuego como un proceso natural. Son altamente sensibles al fuego, ya que no están adaptados para resistir las quemaduras, pero son más resistentes que los independientes del fuego. La acción de los incendios causa grandes perturbaciones en sus ciclos naturales.
- **influidos por el fuego**, en estos ecosistemas, los incendios ocasionan cierta influencia. Estos ecosistemas se encuentran frecuentemente en zonas de transición entre los ecosistemas dependientes y los ecosistemas independientes o sensibles al fuego. Normalmente la quema tradicional con fines agrícolas es la fuente endógena de ignición, por lo que los agroecosistemas se clasifican dentro de esta categoría.
- **dependientes del fuego**, en estos ecosistemas el fuego es un proceso esencial. En ellos las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego y para facilitar su propagación.

⁷ Varios. 2011. Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Tomo I. Bogotá, Colombia.



6.1.2.5. Vulnerabilidad de la infraestructura

Este componente evalúa la vulnerabilidad de edificaciones e infraestructuras y otros elementos tales como vías férreas, aeropuertos, helipuertos, instalaciones de comunicación, poliductos, líneas eléctricas y zonas de recreación, entre otras, las cuales pueden verse afectadas en mayor o menor grado ante la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.

6.1.2.6. Vulnerabilidad patrimonial

Esta dada por la fragilidad de las áreas de importancia patrimonial tanto natural (parques nacionales y reservas, áreas de páramo, cuencas abastecedoras, ecosistemas estratégicos, reservas de la biosfera, etc), como histórico, artístico, cultural o religioso (parques arqueológicos, monumentos, etc.) ante la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.

6.1.2.7. Vulnerabilidad económica

Expresada como las áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudiesen ser afectadas en mayor o menor grado por la incidencia de incendios de la cobertura vegetal (áreas de producción agrícola, ganadera, forestal, minera, etc.).

6.1.2.8. Vulnerabilidad institucional

Analiza las debilidades institucionales para la atención de contingencias en incendios de la cobertura vegetal, las cuales pueden relacionarse con la falta de organización y eficiencia de las instituciones a cargo de la gestión de riesgo a nivel regional o local, con la deficiente cobertura de organismos de control y asistencia de desastres, así como por la falta de dotación de equipos especializados para la atención de emergencias.

Dentro de esta categoría de vulnerabilidad se consideran los tiempos de desplazamiento aéreo o terrestre desde los cuarteles o estaciones de los organismos de control (Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, etc.), a las áreas de mayor amenaza, mediante la generación de isócronas, este factor sólo puede ser evaluado para los niveles regionales y locales.

Atendiendo a la disponibilidad de información, se incluirá dentro de la vulnerabilidad institucional, la evaluación de la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento (rehabilitación y restauración de áreas degradadas), analizadas a partir de la asignación de presupuesto para estos fines.

6.1.3. Procesamiento (metodología para el análisis de la vulnerabilidad)

El análisis y la evaluación de la vulnerabilidad se realizan mediante los mismos procedimientos expresados en el análisis de amenazas, es decir, a partir de la información cartográfica temática (dependiendo del factor de amenaza), se realizan las reclasificaciones, normalizaciones de variables, ponderaciones y calificaciones a que dieran lugar.

Los pasos a seguir dentro de esta etapa son los siguientes:

Paso 1. Generación del mapa de vulnerabilidad poblacional

Mediante la generación de este mapa se pretende interpretar la vulnerabilidad de la población a partir del indicador de ocupación o grado de presencia de la población. Determina el mayor o menor grado de vulnerabilidad que puede darse en un determinado territorio. Se evaluará a partir de la densidad de población tanto urbana como municipal, según la información del censo nacional de población del 2005, generada por el DANE.

El mapa de población, de esta manera se debe procesar mediante la normalización, categorización y calificación de los datos para así obtener la información espacial de la población vulnerable. Para el estudio de caso que describe este protocolo se utilizó la información presentada en el siguiente cuadro.

SECTOR	POBLACIÓN SEGÚN CENSO DE 2005
Cabecera municipal	1753
Resguardo Coconuco	3707
Resguardo Juan Tama	699
Resguardo Paletará	2451
Resguardo Puracé	3156
Resto del municipio	3157

Para realizar el cálculo de la vulnerabilidad poblacional a partir de la densidad de población se debe utilizar el promedio de la población de la jurisdicción de la corporación (se calculan por separado las densidades urbanas y rurales), el cual dividido por el área de la jurisdicción en km², permite obtener el promedio poblacional para la jurisdicción de la Corporación. El cual será utilizado como base para la clasificación.

Posteriormente se mide la densidad poblacional por unidad administrativa (para este caso se usará el municipio como unidad mínima) y se establecerá el número de habitantes por km².

El cual se comparará con el promedio de la Corporación y se calificará de acuerdo con lo mostrado en la tabla. La siguiente tabla muestra la forma en que se determina la densidad poblacional⁸

⁸ Adaptado del documento "Indicadores del Subsistema social y urbano-regional" publicado por el instituto nacional de ecología y cambio climático. Ciudad de México, México.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Rangos de densidad poblacional	Rangos de población	Calificación	Categoría vulnerabilidad
Sin población	En esta columna van los rangos establecidos para la clasificación de la densidad poblacional de acuerdo con los valores de densidad planteados en la primera columna.	0	Sin riesgo
<1/2 del promedio de la corporación		1	Muy baja
De ½ al promedio de la corporación		2	Baja
Promedio de la corporación		3	Moderada
Promedio de la corporación al doble de este		4	Alta
Al doble del promedio de la corporación		5	Muy alta

El análisis de colindancia, permite identificar aquellas áreas urbanizadas que limitan con zonas con diferentes niveles de susceptibilidad a incendios de la cobertura vegetal, ya que desde la perspectiva de la protección civil, al producirse un incendio de la cobertura vegetal podrían peligrar las vidas humanas.

La distribución o relación de proximidad o lejanía de centros poblados y viviendas rurales a zonas con diferentes niveles de susceptibilidad a incendios de la cobertura vegetal, influye igualmente en la vulnerabilidad y marcará la necesidad de concentración de las medidas preventivas.

Para los análisis de colindancia y proximidad, se utilizan las capas de centros poblados, áreas urbanizadas y viviendas aisladas (si se tiene la información), junto con el mapa de susceptibilidad total de la vegetación a ICV. Se generan buffers a distancias de 500 m sobre cada uno de estos elementos, y mediante intersección con el mapa de susceptibilidad de los combustibles, se establece el grado de vulnerabilidad de la población ante la ocurrencia de ICV.

Colindancia	Calificación	Categoría de vulnerabilidad
0 – 500	5	Muy alta
500 – 1000	4	Alta
1000 – 1500	3	Moderada
1500 – 2000	2	Baja
>2000	1	Muy Baja

Finalmente se procede a realizar la normalización, calificación y categorización de los datos para establecer la vulnerabilidad poblacional frente a la ocurrencia de ICV.

Paso 2. Generación del mapa de vulnerabilidad territorial

Para efectos de la propuesta metodológica de zonificación que aquí se expone, ésta se evaluará mediante dos componentes:

Vulnerabilidad física: a partir de la consideración de los conflictos de uso del suelo, factor que una amenaza de incendios puede potencializar. Para ello se debe realizar una categorización y clasificación del peso que un determinado conflicto de uso haga más o menos vulnerable el territorio. Esta clasificación se realiza sobre el mapa de conflictos y se califica mediante consultas a expertos y conocedores de cada región, municipio y departamento, ya que son ellos los verdaderos conocedores de

la problemática del uso del suelo relacionada con las vulnerabilidades territoriales. También se pueden contemplar otras variables: clases agrológicas, erodabilidad, geología, etc.

Clasificación conflictos de uso ⁹	Calificación conflictos de uso	Categoría vulnerabilidad
Uso adecuado	1	Baja
Subutilización	2	Moderada
Sobreutilización	3	Alta
conflictos en tierras de régimen jurídico especial	4	Muy alta

Vulnerabilidad Ecológica: evaluada como la adaptación de los distintos tipos de cobertura vegetal al fuego, es decir, los regímenes del fuego (papel que ejerce el fuego) a los cuales se encuentran sometidos los biomas y ecosistemas colombianos y que los hacen más o menos adaptados a la ocurrencia de un evento.

Influencia del fuego en los ecosistemas ¹⁰	Calificación influencia del fuego	Categoría vulnerabilidad
No influidos por el fuego/no combustibles	0	Sin riesgo
Dependientes del fuego	1	Baja
Influidos por el fuego	2	Moderada
Sensibles al fuego	3	Alta
Independientes del fuego	4	Muy alta

Para el estudio de caso que describe este protocolo se calificó según los criterios presentados en el cuadro siguiente. Para su aplicación a nivel nacional se presenta la tabla de calificación en el anexo 3.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN)
2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA	4
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA	4
3.1.1. Bosque denso	MUY ALTA	5
3.1.3. Bosque fragmentado	MUY ALTA	5
3.1.4. Bosque de galería y ripario	MUY ALTA	5
3.2.1. Herbazal	MUY ALTA	5
3.2.2. Arbustal	MUY ALTA	5
3.3.2. Afloramientos rocosos	MUY BAJA	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	MUY BAJA	1
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	MUY BAJA	1

⁹ Siachoque et all., 2002.

¹⁰ Bernal Toro, et all. 2011.

2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3

La distribución espacial de los diferentes ecosistemas según la influencia que el fuego juega sobre ellos se observa en la figura siguiente:

***** Nota: Aquí se debe insertar el MAPA 3 del documento original del PROTOCOLO del año 2010******

La vulnerabilidad territorial, por lo tanto, corresponde a la suma ponderada de los mapas de vulnerabilidad física y ecológica, con su respectiva categorización y calificación.

Rangos ponderación factores territoriales	Calificación factores territoriales	Categoría vulnerabilidad
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

Paso 3. Generación del mapa de vulnerabilidad de la infraestructura

Mediante este proceso se zonifican los posibles peligros para instalaciones, edificaciones e infraestructuras que influyen en la mayor o menor gravedad potencial que puede alcanzar un incendio forestal, se interpretan a través de la presencia o no de determinados elementos tales como vías férreas, aeropuertos, helipuertos, instalaciones de comunicaciones, poliductos, líneas eléctricas y zonas de recreación, entre otras.

Para llevar a cabo la generación de este mapa se siguen los procesamientos realizados en la definición del mapa de amenazas por accesibilidad, sobre la cartografía de infraestructura que se tenga disponible para la región, departamento o municipio.

Este análisis se realiza mediante la generación de buffers alrededor de los diferentes tipos de infraestructura, los cuales se cruzan con las zonas de susceptibilidad de los combustibles al fuego, para determinar el grado de vulnerabilidad existente.

Distancia infraestructura	Calificación infraestructura	Categoría vulnerabilidad
0 – 500	5	Muy alta
500 – 1000	4	Alta
1000 – 1500	3	Moderada
1500 – 2000	2	Baja
>2000	1	Muy baja



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Paso 4. Generación del mapa de vulnerabilidad patrimonial

Para la realización de este proceso, es necesario contar con los diferentes mapas de áreas protegidas (Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Nacionales, Reservas Regionales, Departamentales y Municipales), mapas de cuencas abastecedoras de acueductos, mapas de áreas de manejo especial (Resguardos y Reservas Indígenas, Consejos Comunitarios de Comunidades Afrocolombianas, etc.). Estas áreas deberán ser calificadas por su valor de importancia, bajo los criterios de los expertos que se consulten.

Al igual que la vulnerabilidad de la infraestructura, este factor de vulnerabilidad se debe evaluar desde dos perspectivas, la natural y la antrópica. La primera tiene en cuenta los valores naturales presentes en la región relativos tanto a la conservación del recurso hídrico como de flora y fauna y la segunda el patrimonio antrópico (histórico, artístico, cultural, etc.), por presencia de lugares y áreas con valor para la humanidad y la región.

Clasificación valor patrimonial	Calificación	Categoría vulnerabilidad
Sin valor patrimonial	1	Muy baja
Bajo valor patrimonial	2	Baja
Medio valor patrimonial	3	Moderada
Alto valor patrimonial	4	Alta

Paso 5. Generación del mapa de vulnerabilidad económica

Este mapa se debe generar a partir de la cartografía de uso actual de la tierra, la cual se reclasificará bajo criterios de expertos, con el fin de calificar posteriormente, las áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudiesen ser afectadas por la incidencia de incendios de la cobertura vegetal (áreas de producción agrícola, ganadera, forestal, minera, etc.).

Clasificación económica del territorio	Calificación	Categorización Vulnerabilidad
Zonas agrícolas y ganaderas	5	Muy alta
Zonas forestales y de cultivos arbóreos	4	Alta
zonas urbanas, Zonas mineras, industriales y comerciales	3	Moderada
Zonas naturales y de conservación	2	Baja
Cuerpos de agua	1	Muy baja

Para el estudio de caso que describe este protocolo se calificó según los criterios presentados en el cuadro siguiente. Para su aplicación a nivel nacional se presenta la tabla de calificación en el anexo 3.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN)
2.3.1. Pastos limpios	ALTA	4
2.3.3. Pastos enmalezados	ALTA	4
2.4.1. Mosaico de cultivos	MUY ALTA	5
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA	4
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA	4
3.1.1. Bosque denso	BAJA	2
3.1.3. Bosque fragmentado	MODERADA	3
3.1.4. Bosque de galería y ripario	BAJA	2
3.2.1. Herbazal	BAJA	2
3.2.2. Arbustal	BAJA	2
3.3.2. Afloramientos rocosos	MUY BAJA	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	MUY BAJA	1
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	MUY BAJA	1
2.3.1. Pastos limpios	ALTA	4
2.3.3. Pastos enmalezados	ALTA	4
2.4.1. Mosaico de cultivos	MUY ALTA	5

Paso 6. Elaboración del mapa de vulnerabilidad institucional

Atendiendo a la disponibilidad de información, se incluirá dentro de la vulnerabilidad institucional, la evaluación de la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento (rehabilitación y restauración de áreas degradadas), analizadas a partir de la asignación de presupuesto para estos fines. De igual manera, se debe espacializar (hasta donde sea posible), el área de cobertura que sobre la región tienen los diferentes organismos de socorro (Bomberos, Defensa Civil, Policía, Ejército, Cruz Roja, etc.), así como la generación de isócronas o áreas de tiempo de desplazamiento de estos organismos a las zonas con mayor amenaza de incendios.

Clasificación institucional	Calificación	Categoría de vulnerabilidad
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	5	Muy alta
	4	Alta
	3	Moderada
	2	Baja
	1	Muy Baja

Paso 7. Generación del mapa de vulnerabilidad total a incendios forestales

Para la generación del mapa de vulnerabilidad total se realizan los siguientes procesos: Estandarización de los valores de variables: dado que los valores de representación de cada variable, varían en su definición por el tipo de unidad de medida y para cada unidad espacial de análisis (Paisajes y unidades político administrativas), ya que los umbrales en los cuales se miden son muy variados, bajo procesos de lógica difusa (Fussy), se generan unos criterios de calificación para hacerlos comparables



en términos de unidades de análisis, de esta manera, se generan cinco rangos de calificación (muy baja, baja, moderada, alta y muy alta), los cuales corresponden a valores numéricos de 1 a 5 respectivamente.

Para efectos del presente protocolo se propone la normalización o estandarización mediante el empleo de la siguiente ecuación:

Variable normalizada= $(x - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min})$ Donde:

X: Valor de la variable

Min: Mínimo valor de la variable dentro del rango contenido en el mapa

Max: Máximo valor de la variable dentro del rango contenido en el mapa

Definición de valores de ponderación por categoría: uno de los objetos de realizar el análisis mediante categorías integrales, es el de poder obtener una visión holística y no paramétrica o sectorial del territorio, por esta razón, se plantea como mecanismo de integración darle a cada variable un valor de ponderación según sea la participación de cada uno de ellos a la vulnerabilidad. Es decir, qué aporte tiene cada tipo de vulnerabilidad, a la vulnerabilidad total. Con el propósito de disminuir el grado de subjetividad en esta ponderación, bajo las técnicas del análisis multicriterio, se define el grado de consistencia matemática del valor adjudicado para ponderar cada indicador.

Ponderación vulnerabilidad total	Calificación vulnerabilidad total	Categoría vulnerabilidad total
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

*** Nota: Aquí se deben insertar las FIGURA 7.1 A 7.7 del documento original del PROTOCOLO del año 2010****

*** Nota: Aquí se debe insertar el MAPA 4 del documento original del PROTOCOLO del año 2010****

FICHA 7

7.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO

7.1.1 Integración de factores

Los riesgos se entienden como una probabilidad de ocurrencia de consecuencias o de daños siendo producto de la interacción de los elementos dinámicos y cambiantes que constituyen la amenaza y la



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

vulnerabilidad. Sin embargo, para poder entender el riesgo es necesario expresarlo en el territorio a través de las modelizaciones y la cartografía pertinente (ver la figura siguiente).

Una cartografía de riesgos define los escenarios existentes y presenta diferentes lecturas. Es decir, los tipos de amenaza y vulnerabilidad pueden especificar sus posibles escenarios y con ello diferentes aportes dentro de una gestión urbana y de riesgos. De esta manera, el riesgo se define como:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Peligrosidad}, \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad})$$

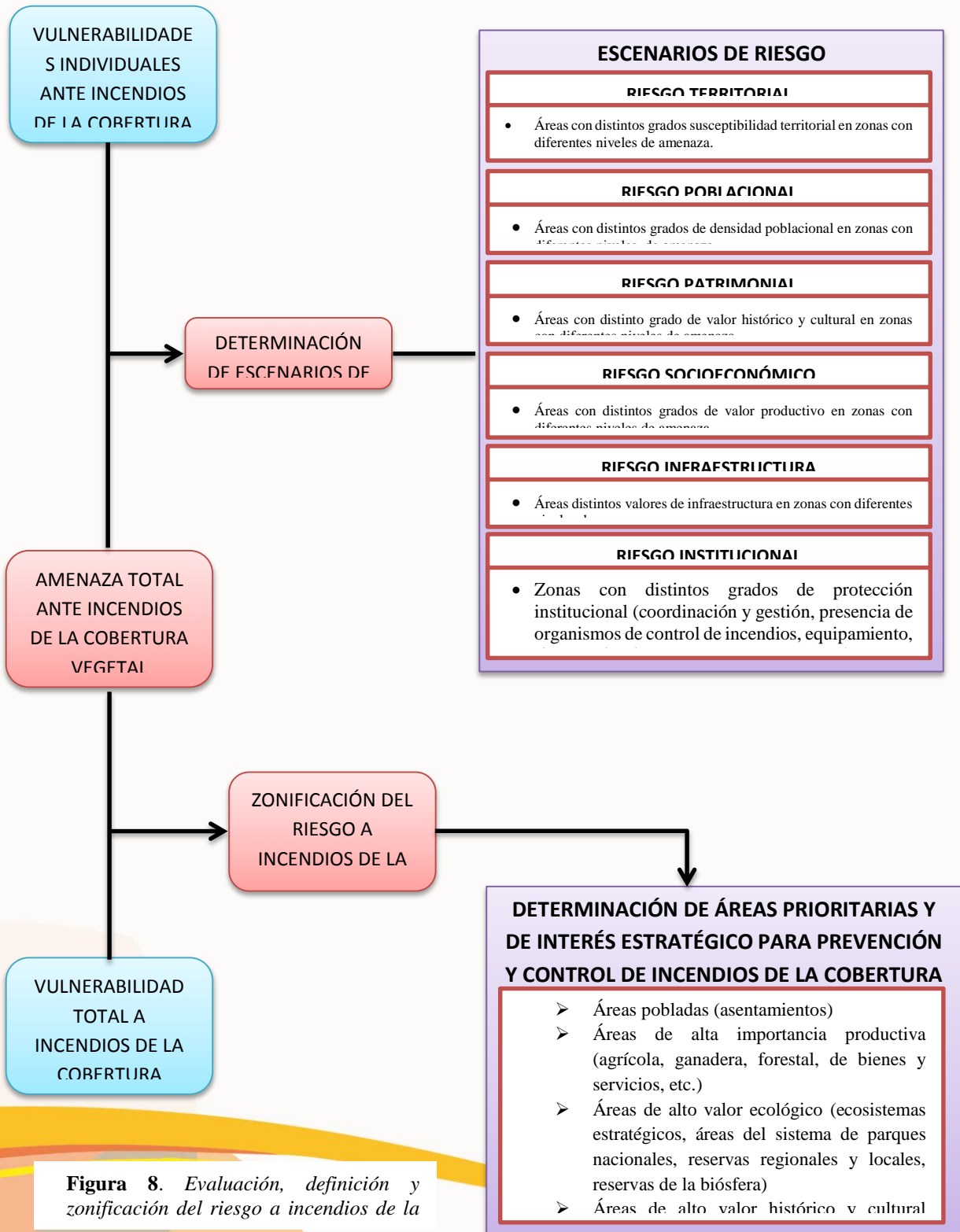


Figura 8. Evaluación, definición y zonificación del riesgo a incendios de la

7.1.2 Información requerida

Para la realización de la evaluación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal se requiere de la siguiente información cartográfica:

- Mapa de amenaza total a incendios de la cobertura vegetal
- Mapa de vulnerabilidad total ante incendios de la cobertura vegetal
- Mapas de vulnerabilidad individuales (territorial, poblacional, patrimonial, institucional, de infraestructura, económico, física y ecológica)

Para la salida gráfica se utiliza cartografía base sobre límites político-administrativos, centros poblados, hidrografía, curvas de nivel, vías).

7.1.3 Procesamiento (metodología para el análisis de riesgos a incendios de la cobertura vegetal)

Una cartografía de riesgos define los escenarios existentes y la zonificación de riesgos general para el territorio, ofreciendo diferentes lecturas. Utilizando la amenaza y la vulnerabilidad se pueden especificar posibles escenarios y con ello diferentes aportes dentro de una gestión urbana y de riesgos. De esta manera, el riesgo se define como:

$$\text{Riesgo} = f(\text{Peligrosidad}, \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad})$$

La evaluación de riesgos en la presente propuesta se realiza mediante la generación de los siguientes escenarios y la zonificación general del territorio, como se muestra a continuación:

Riesgo territorial: Áreas con características físicas y ecosistémicas definidas, que pueden verse afectadas frente a la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.

Riesgo poblacional: Áreas con alta densidad poblacional en zonas de cobertura con alta a muy alta susceptibilidad a incendios.

Riesgo patrimonial: Áreas con alto valor histórico y cultural en zonas de cobertura con alta a muy alta susceptibilidad a incendios.

Riesgo económico: Áreas con alto valor productivo, que pueden verse afectadas ante la ocurrencia de un evento de incendio de la cobertura vegetal.

Riesgo institucional: Áreas desprotegidas por la acción institucional (deficiencias en coordinación y gestión, presencia de organismos de control de incendios o existencia de equipamiento adecuado, sistemas eficientes de alertas).



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Riesgo de infraestructura: Infraestructuras que puede ser afectada por la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal.

Riesgo físico: Áreas con características de suelos y topografía que pueden verse afectadas ante un evento de incendio forestal.

Riesgo ecológico: Ecosistemas que pueden verse afectados ante la ocurrencia de incendios.

Zonificación del riesgo: Corresponde al producto ponderado de la amenaza total y la vulnerabilidad total, el cual muestra los riesgos presentes en cada una de las áreas de la corporación.

Una vez realizada la multiplicación ponderada de las variables se procede a realizar su división en cinco rangos de frecuencia y se califica y categoriza, utilizando las siguientes tablas:

Ponderación escenario de riesgo	Calificación escenario de riesgo	Categoría escenario de riesgo
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

Ponderación zonificación del RICV	Calificación zonificación del RICV	Categoría zonificación del RICV
Distribución de frecuencias de la suma ponderada en 5 rangos de frecuencia.	1	Muy baja
	2	Baja
	3	Moderada
	4	Alta
	5	Muy alta

A partir de la obtención de escenarios de riesgo y mediante la superposición con áreas consideradas de interés estratégico a nivel nacional, regional y local se definen las áreas prioritarias para la prevención y control de incendios de la cobertura vegetal. Dentro de esas áreas se consideran las siguientes:

- Áreas pobladas (asentamientos)
- Áreas de alta importancia productiva (agricultura, ganadería, forestal y de energía)
- Áreas de alto valor ecológico y paisajístico (ecosistemas estratégicos, áreas del Sistema de
- Parques Nacionales, Reservas Regionales y locales, Reservas de la biosfera)
- Áreas de alto valor histórico cultural (Parques arqueológicos, monumentos, sitios de importancia religiosa, áreas de patrimonio cultural e histórico de la humanidad)
- Áreas con presencia de infraestructura estratégica (redes eléctricas, comunicación, aeropuertos, asentamientos humanos, etc.).

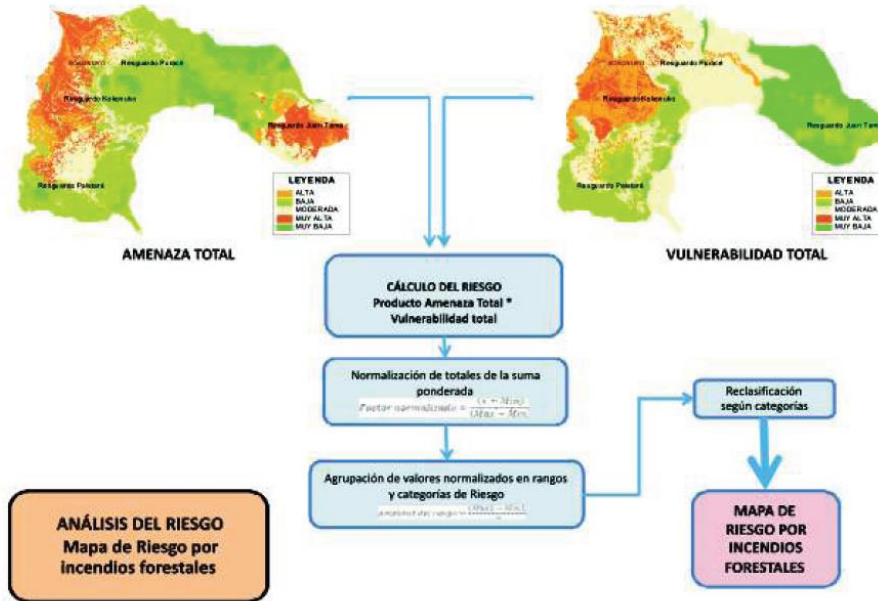
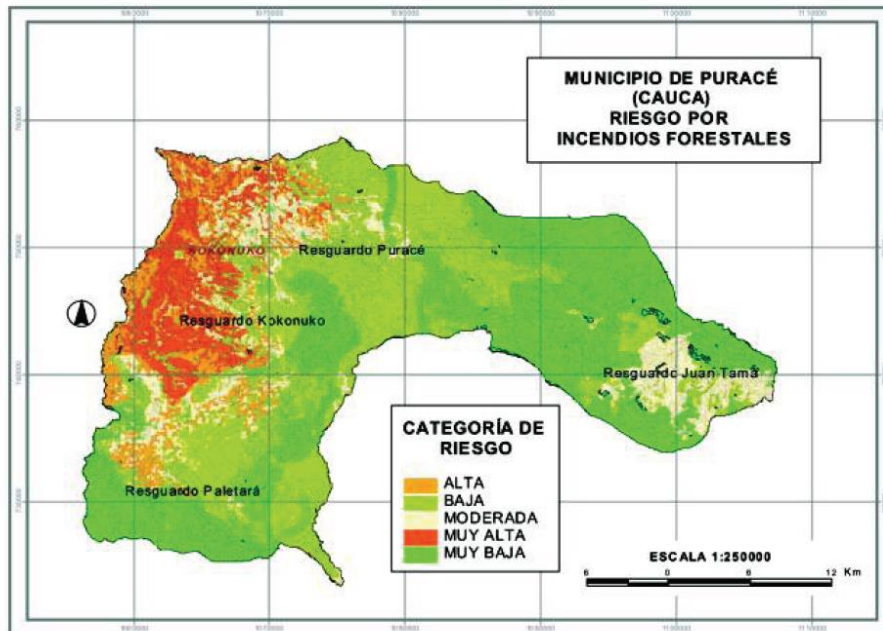


Figura 9. Representación gráfica del procesamiento (metodología para el análisis del riesgo). Municipio de Puracé.



Mapa 5: Mapa de riesgo por incendios forestales, municipio Puracé.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Figura 10: Representación gráfica de la aplicación del protocolo a un segundo estudio de caso en el departamento del Quindío, jurisdicción de la Corporación Autónoma regional del Quindío (CRQ).

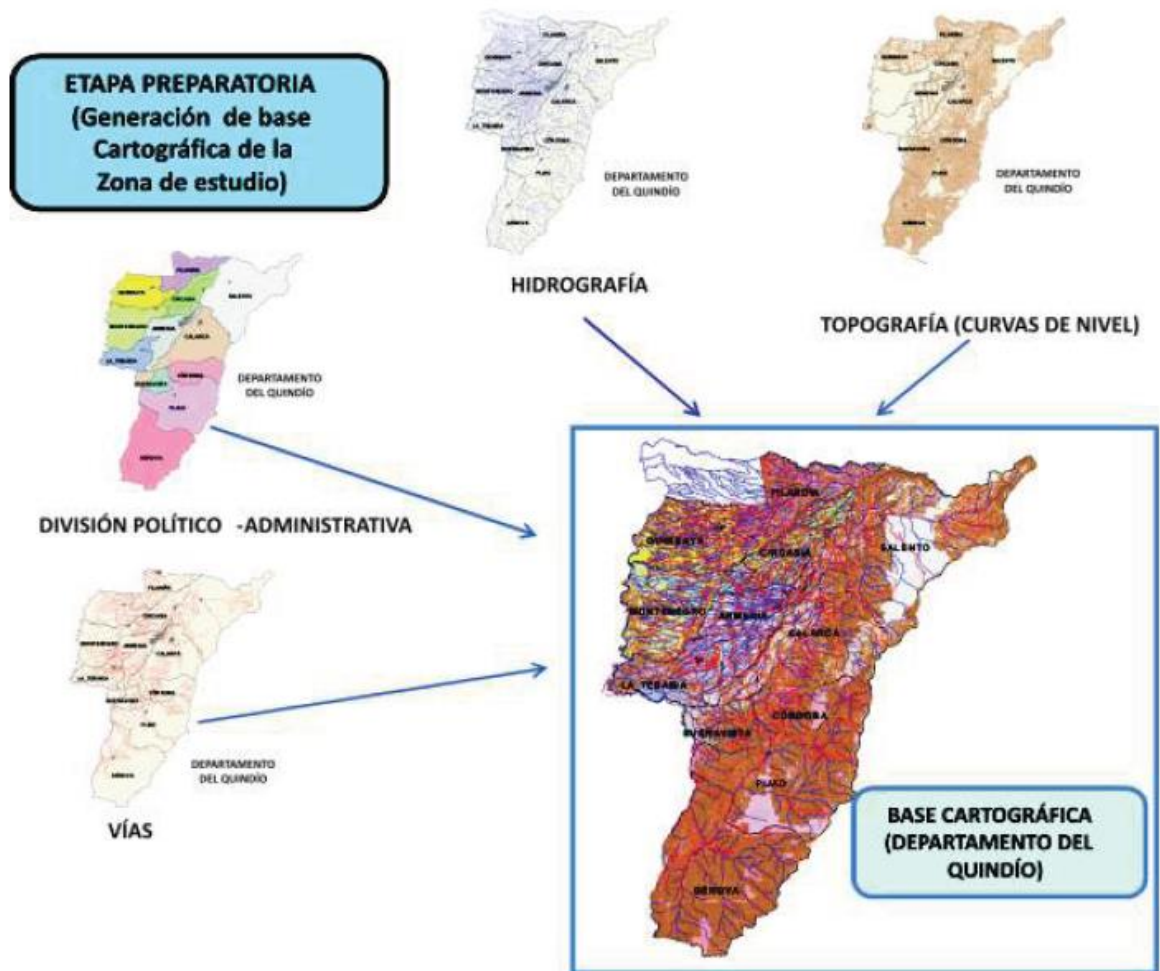


Figura 10.1: Representación gráfica de la etapa preparatoria.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

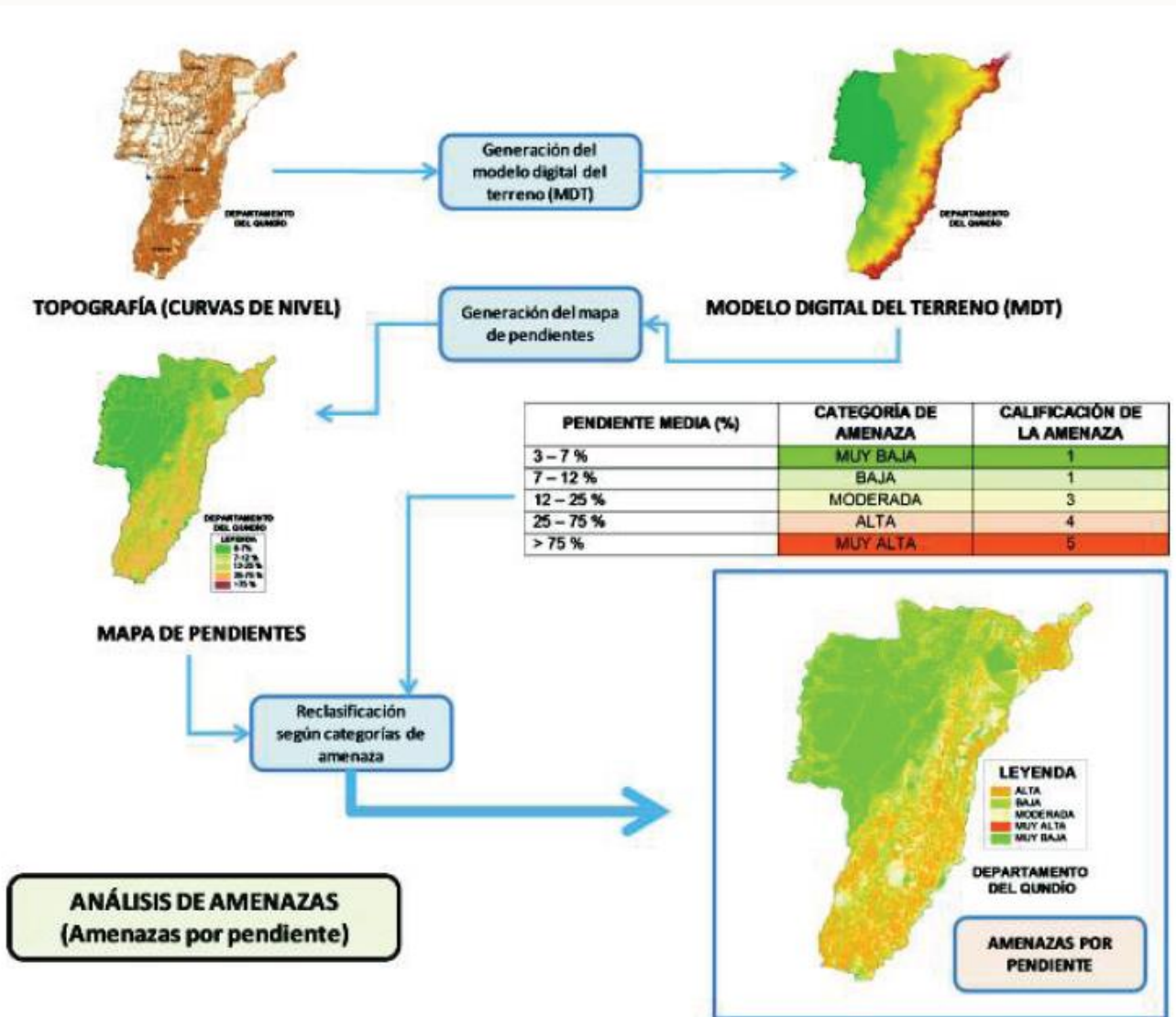


Figura 10.2: Representación gráfica del análisis de amenaza por pendiente.

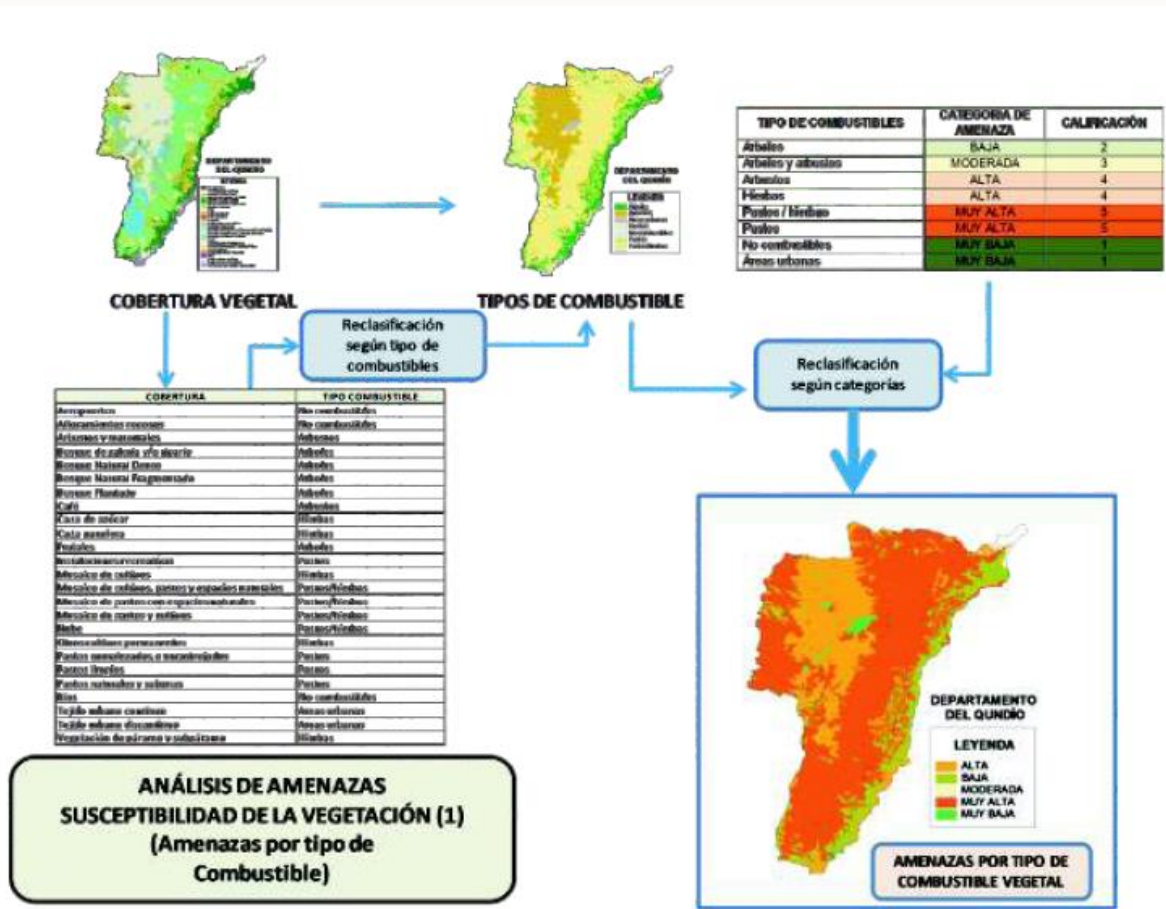


Figura 10.3: Representación gráfica del análisis de la amenaza por carga total de combustible.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

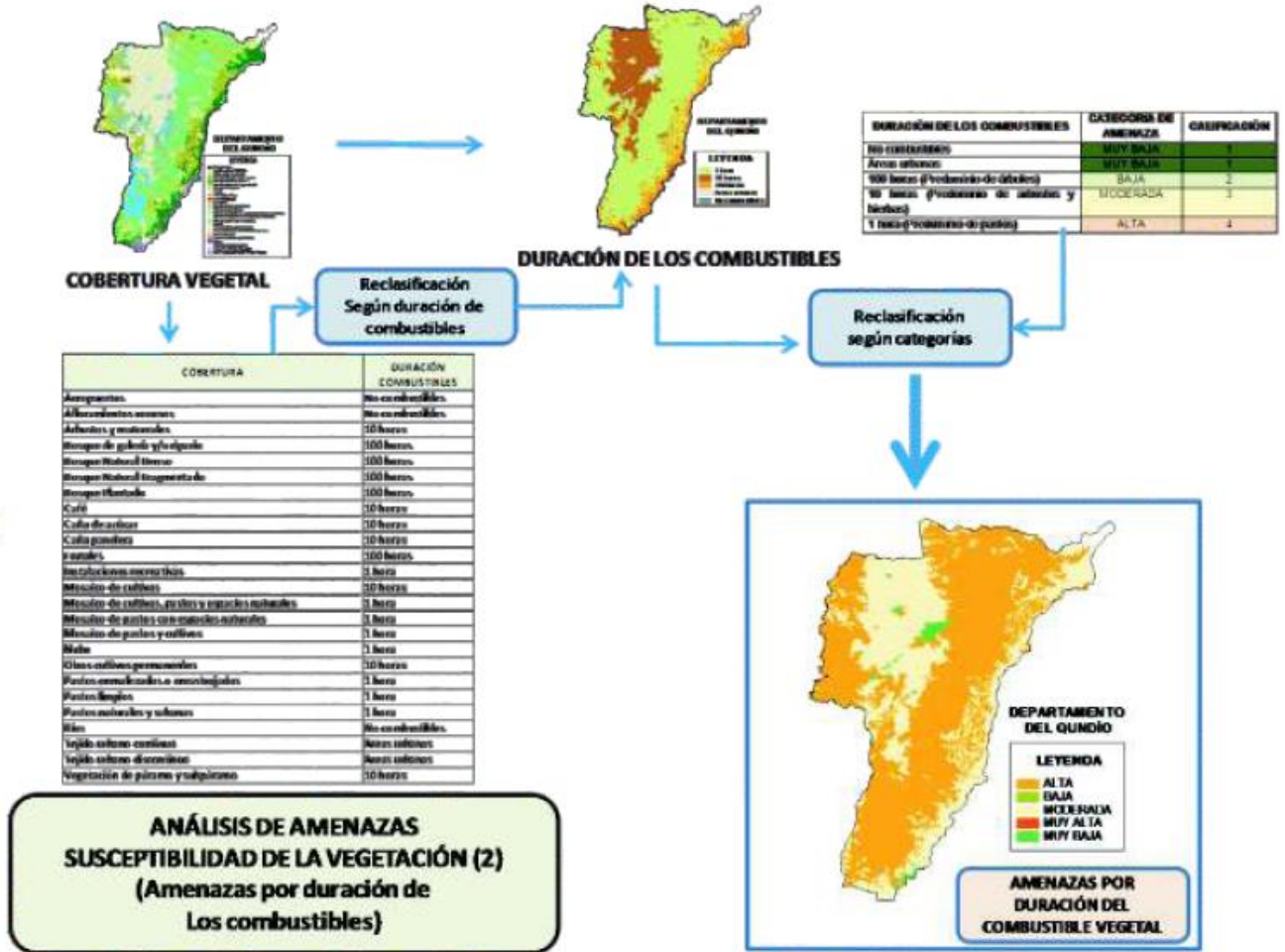
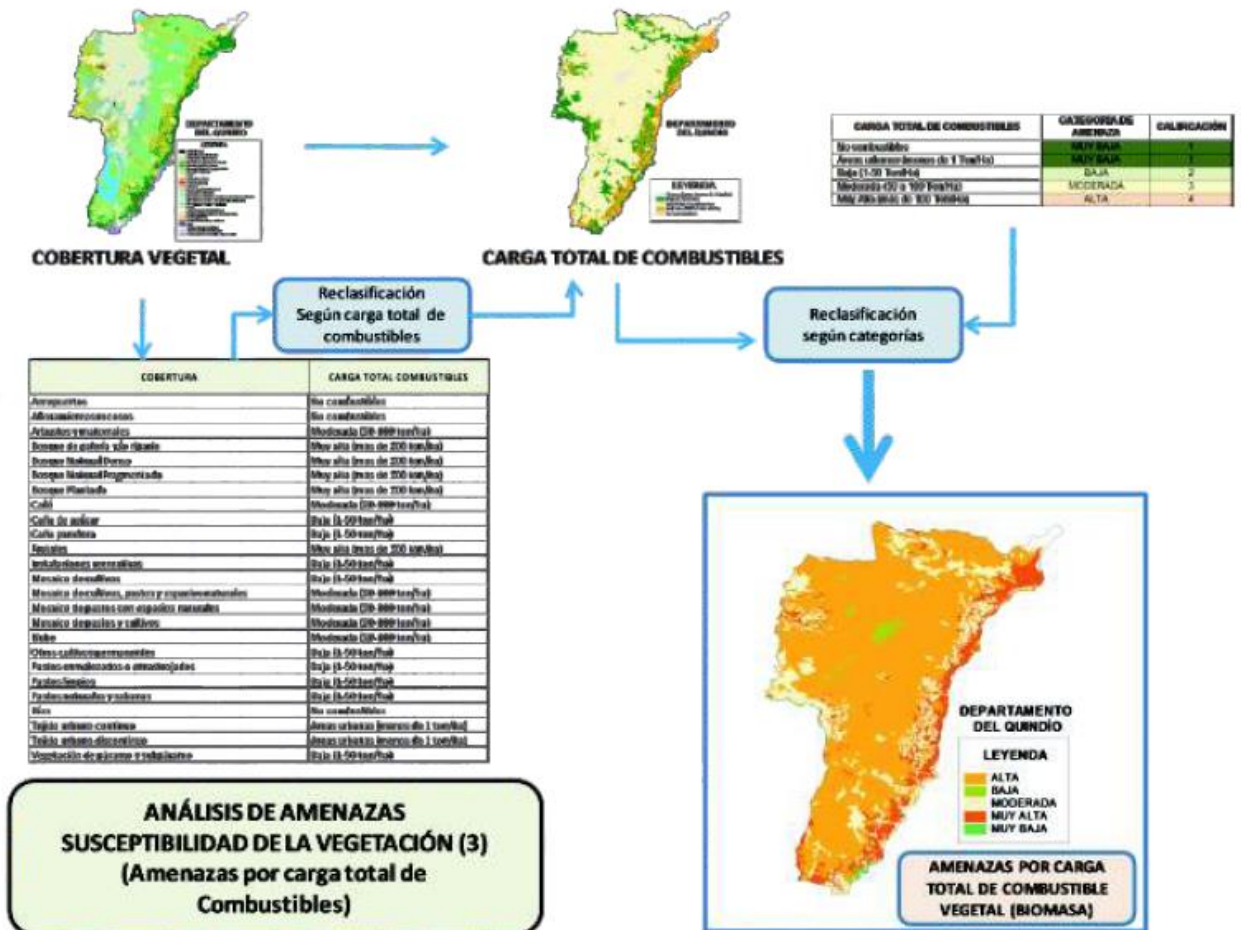


Figura 10.4: Representación gráfica del análisis de la amenaza por duración de combustible.



ANÁLISIS DE AMENAZAS
SUSCEPTIBILIDAD DE LA VEGETACIÓN (3)
(Amenazas por carga total de Combustibles)

Figura 10.5: Representación gráfica del análisis de la amenaza por carga total de combustible.

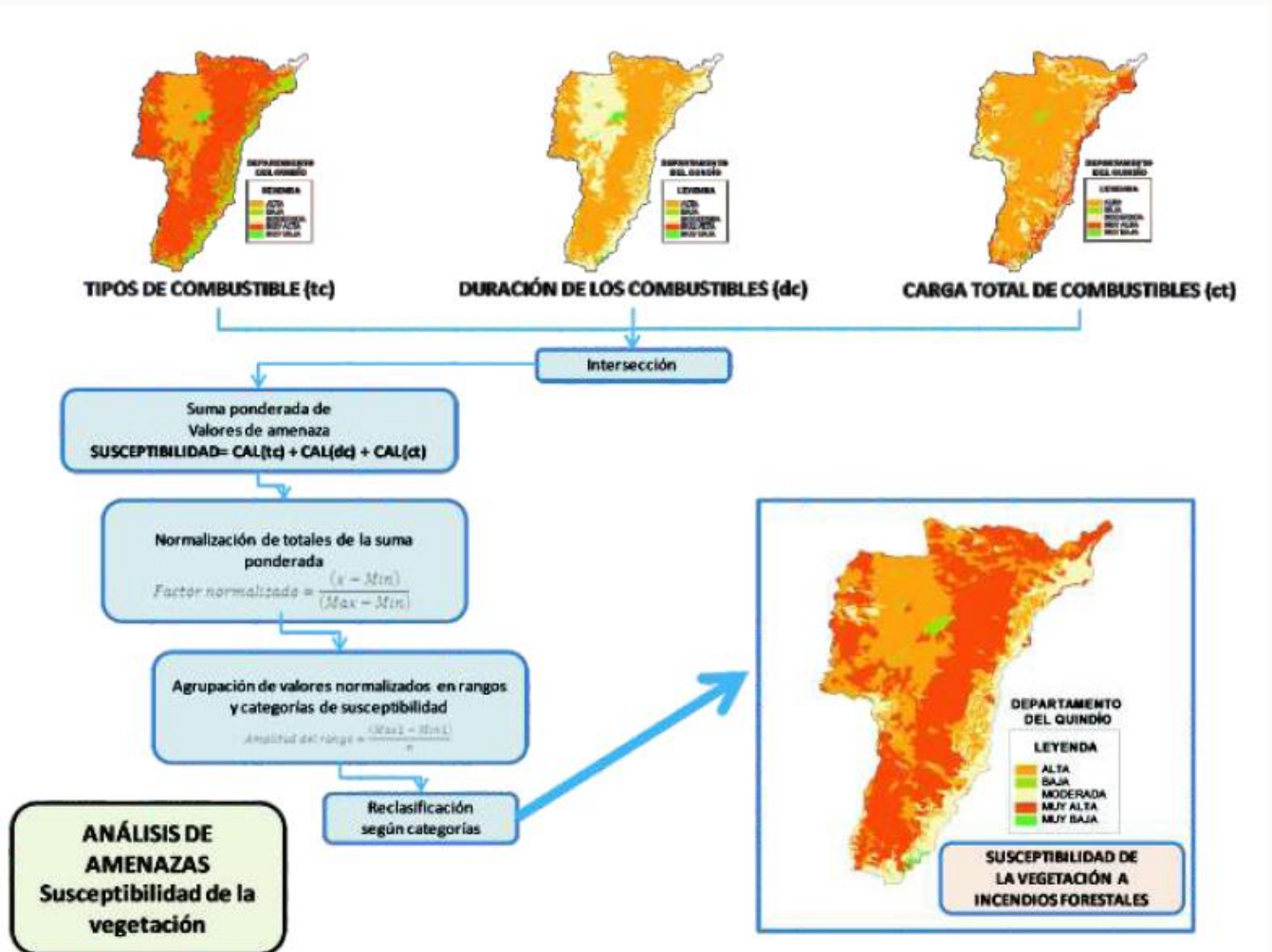


Figura 10.6: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por susceptibilidad de la vegetación.

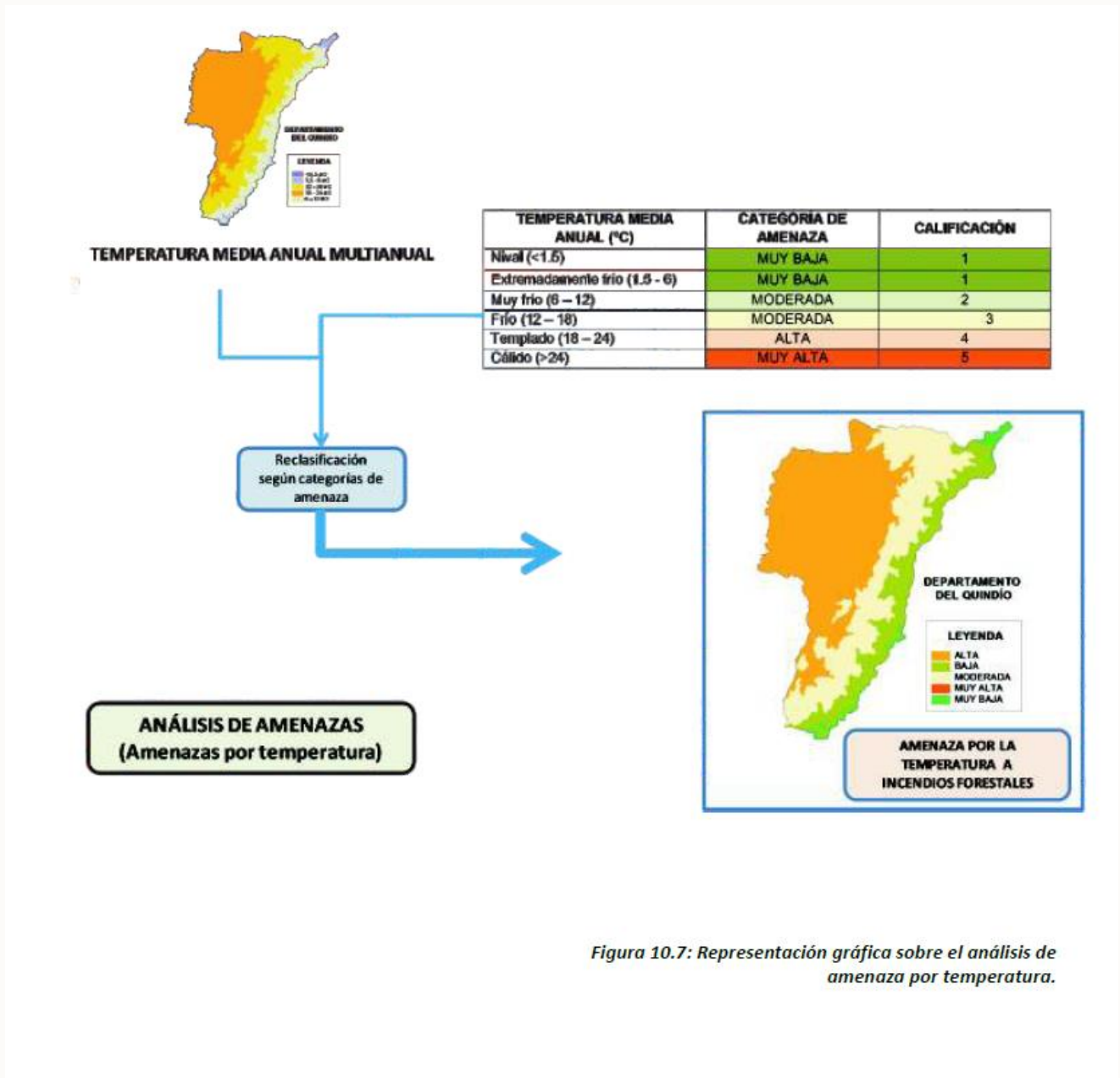


Figura 10.7: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por temperatura.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

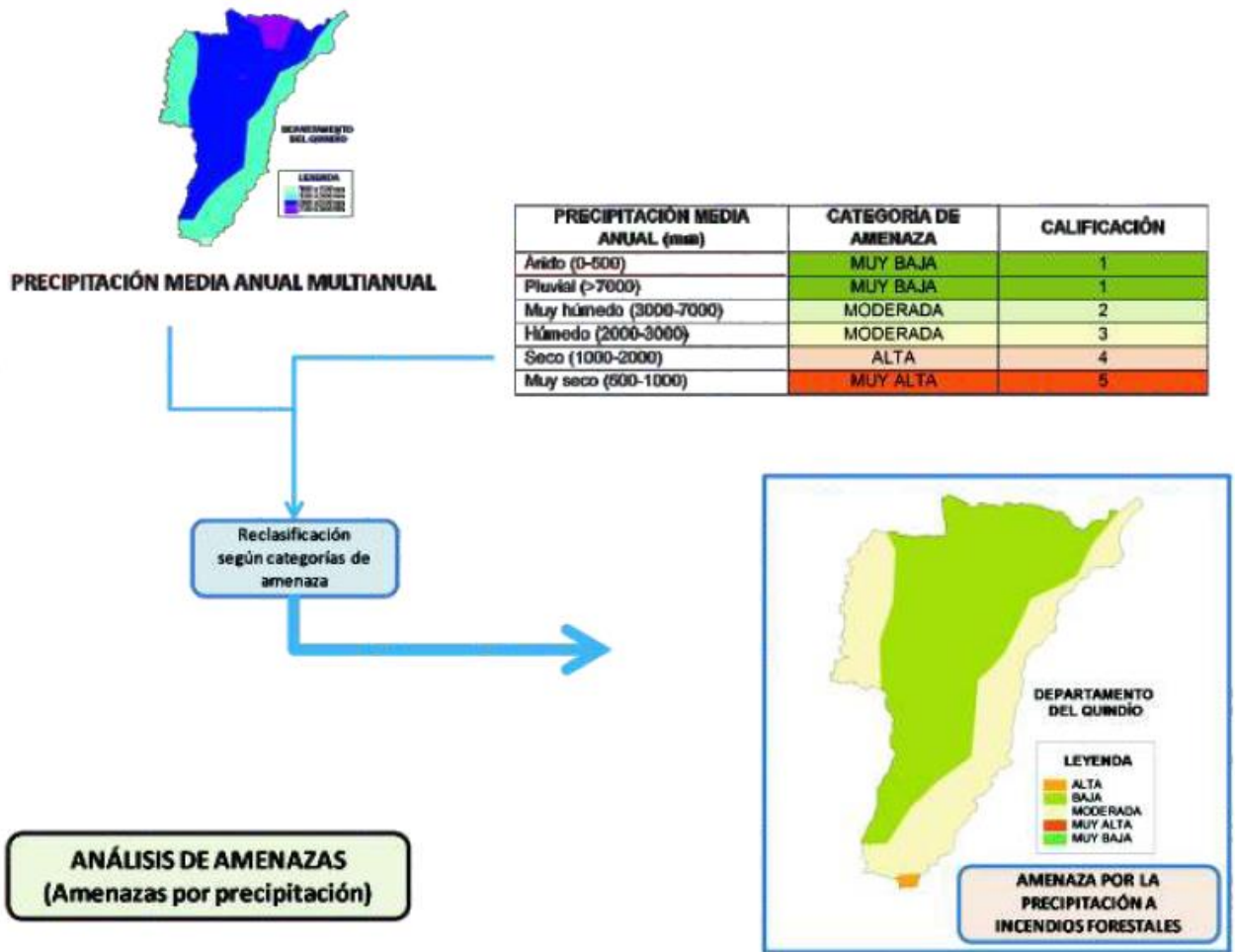


Figura 10.8: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por precipitación.

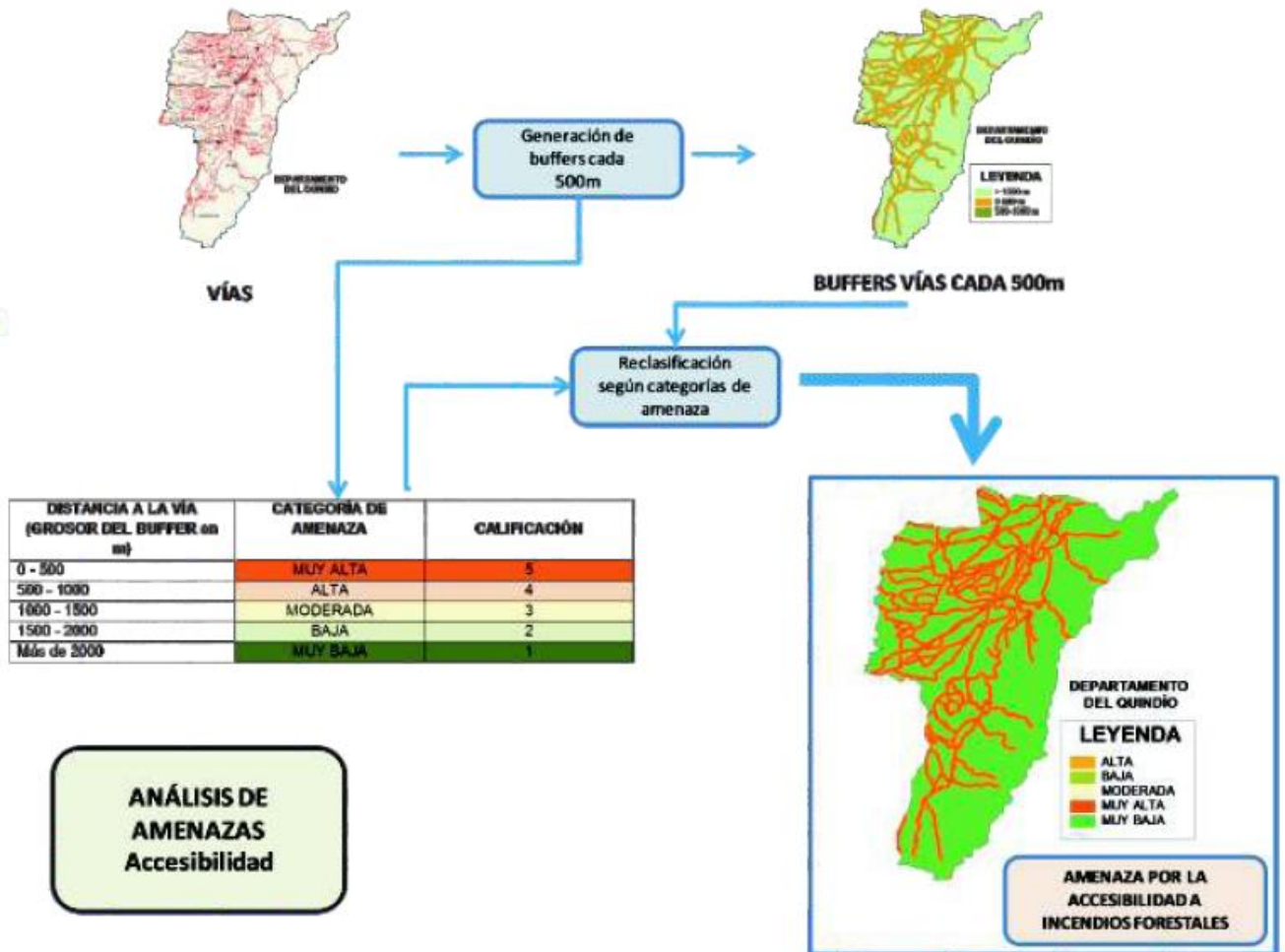


Figura 10.9: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por accesibilidad.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

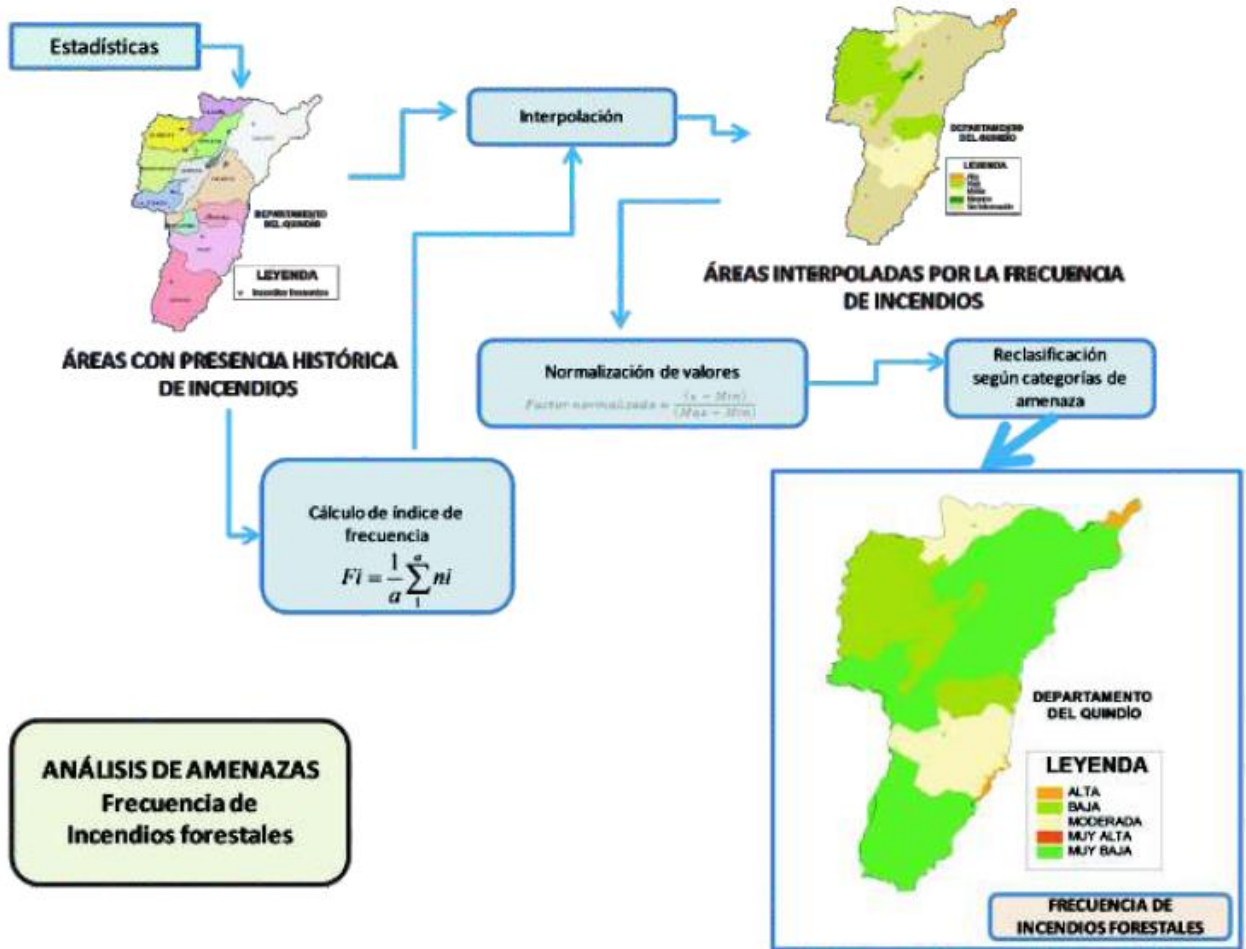


Figura 10.10: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por incendios forestales.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

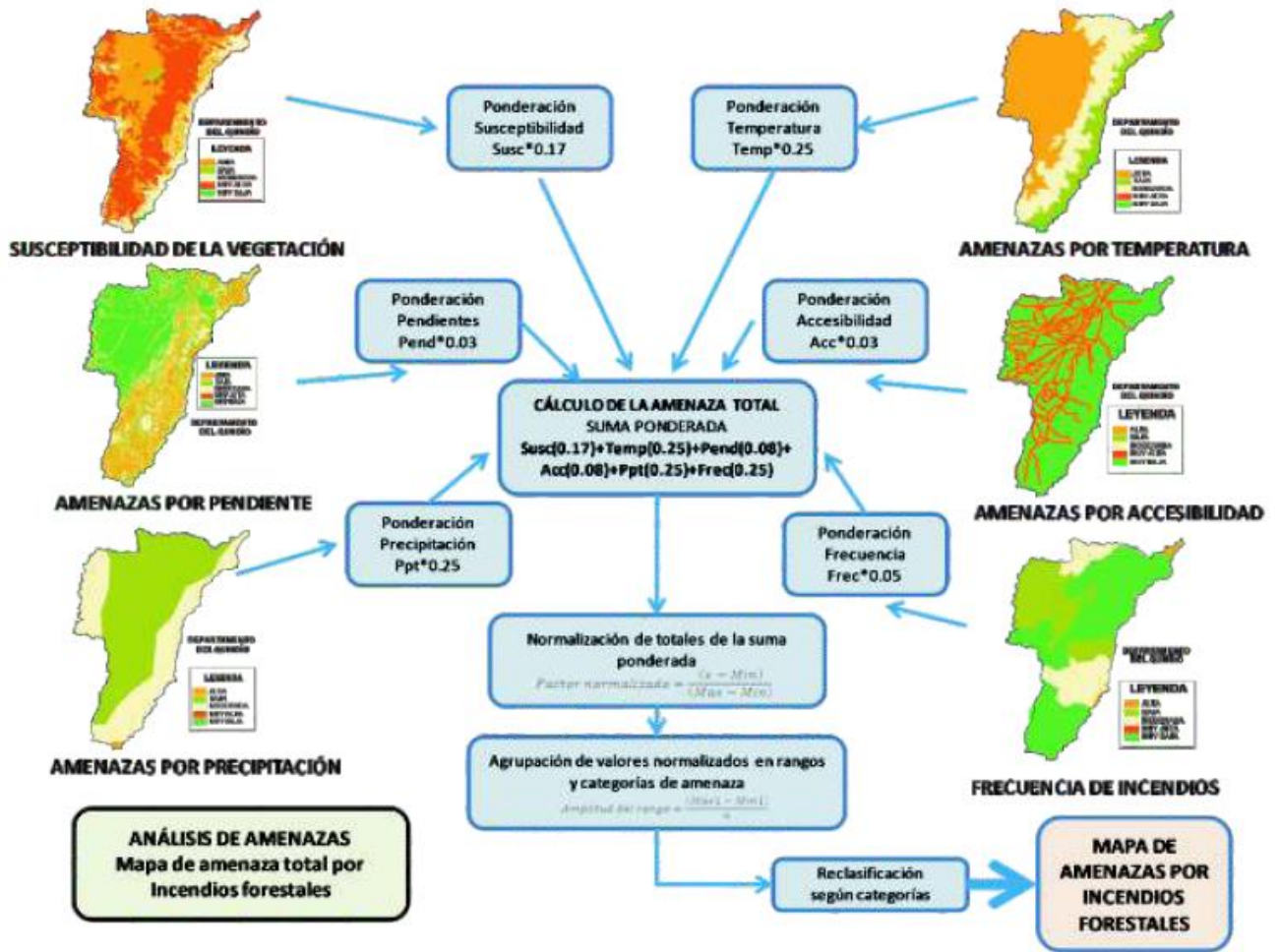
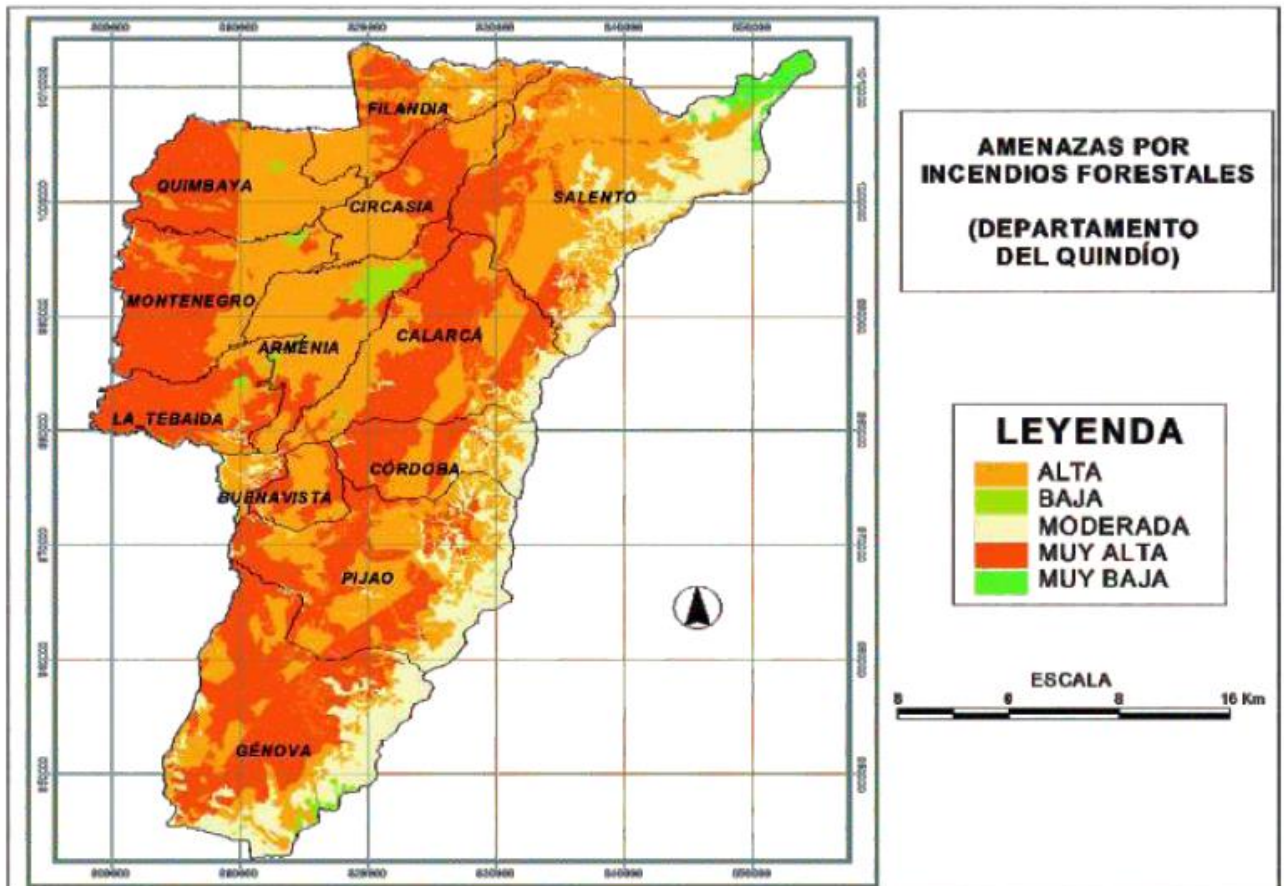


Figura 10.11: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza total.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Mapa 6: Mapa de amenazas por incendios forestales, departamento del Quindío.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

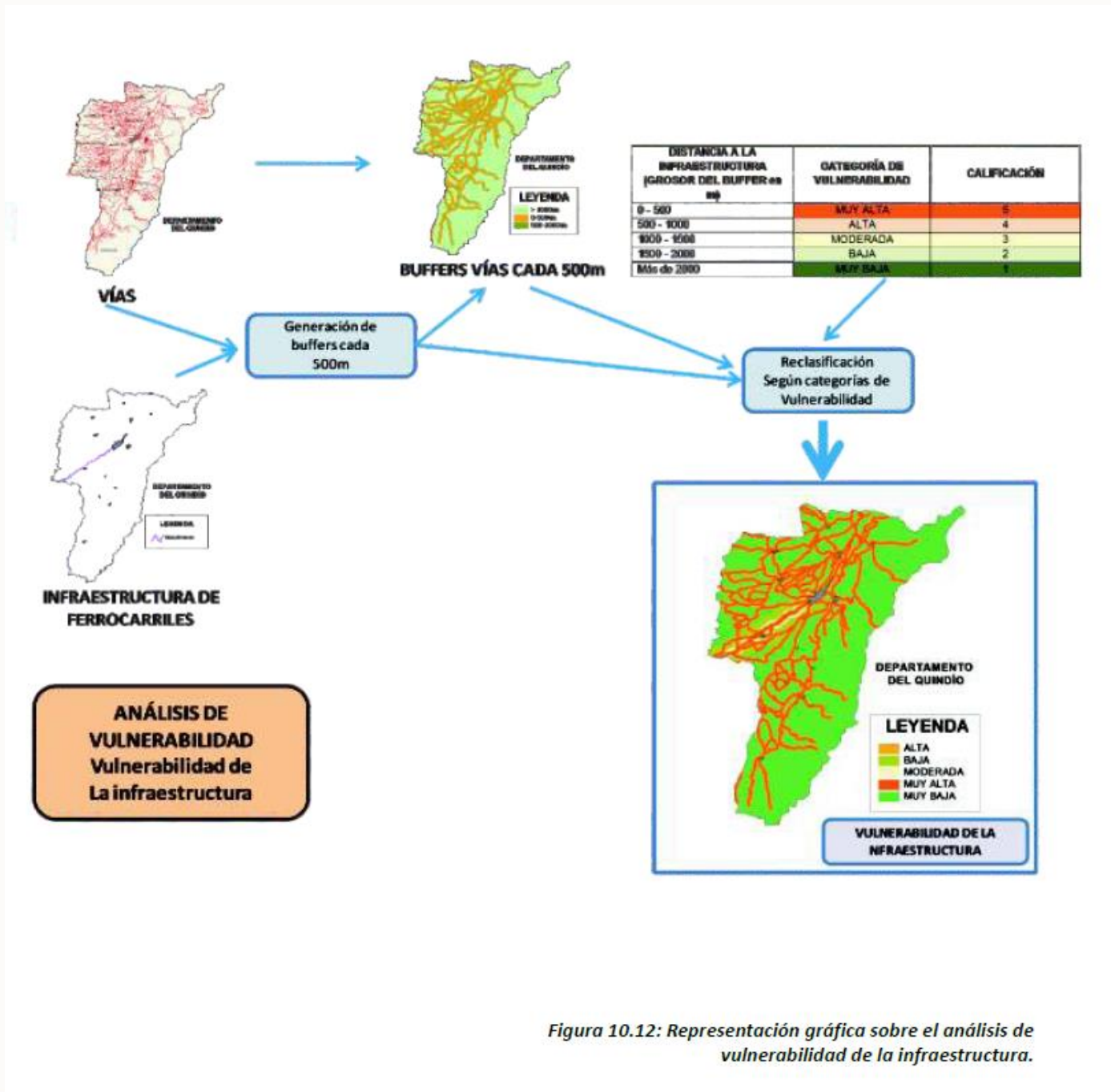


Figura 10.12: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad de la infraestructura.

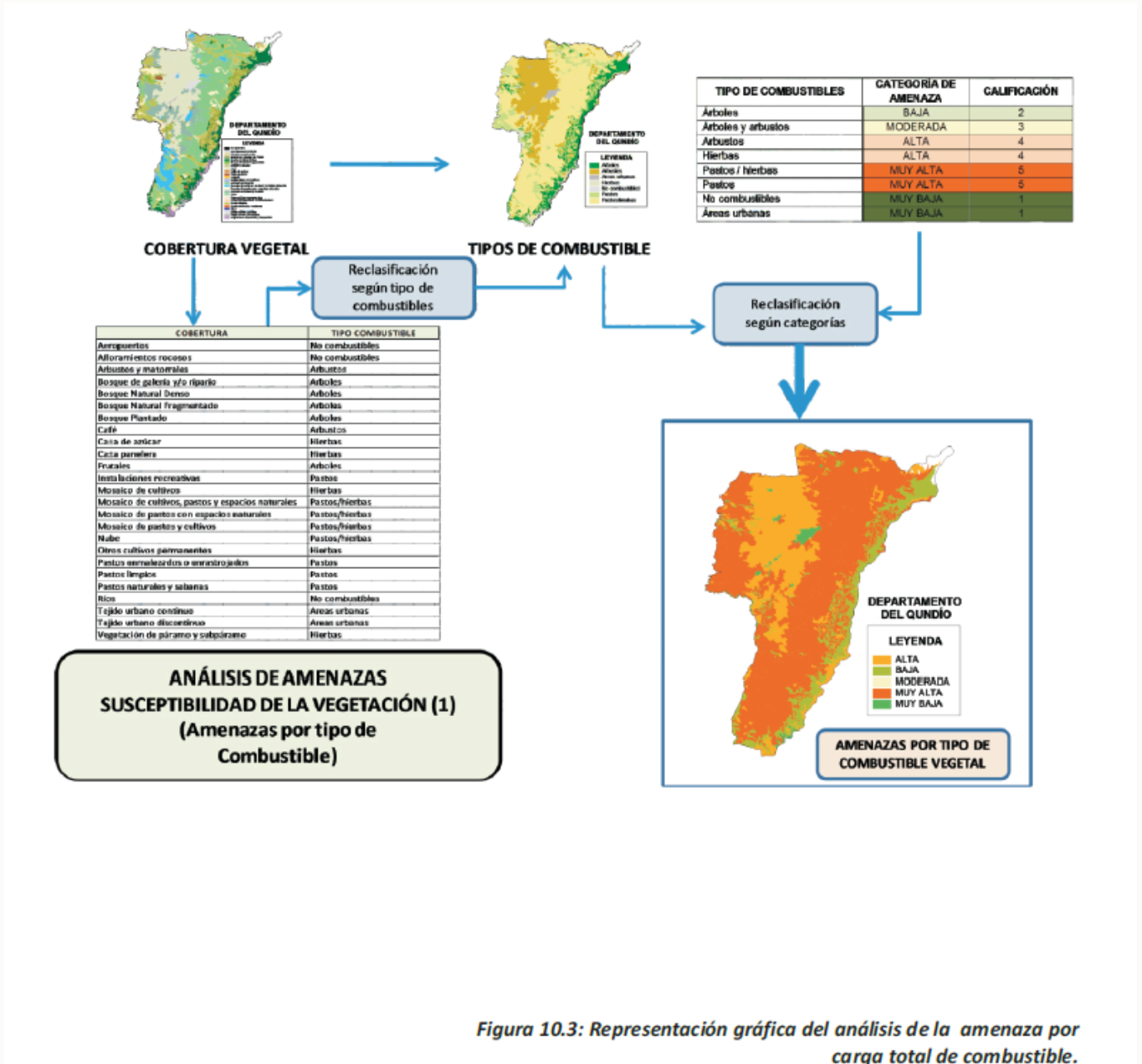


Figura 10.3: Representación gráfica del análisis de la amenaza por carga total de combustible.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

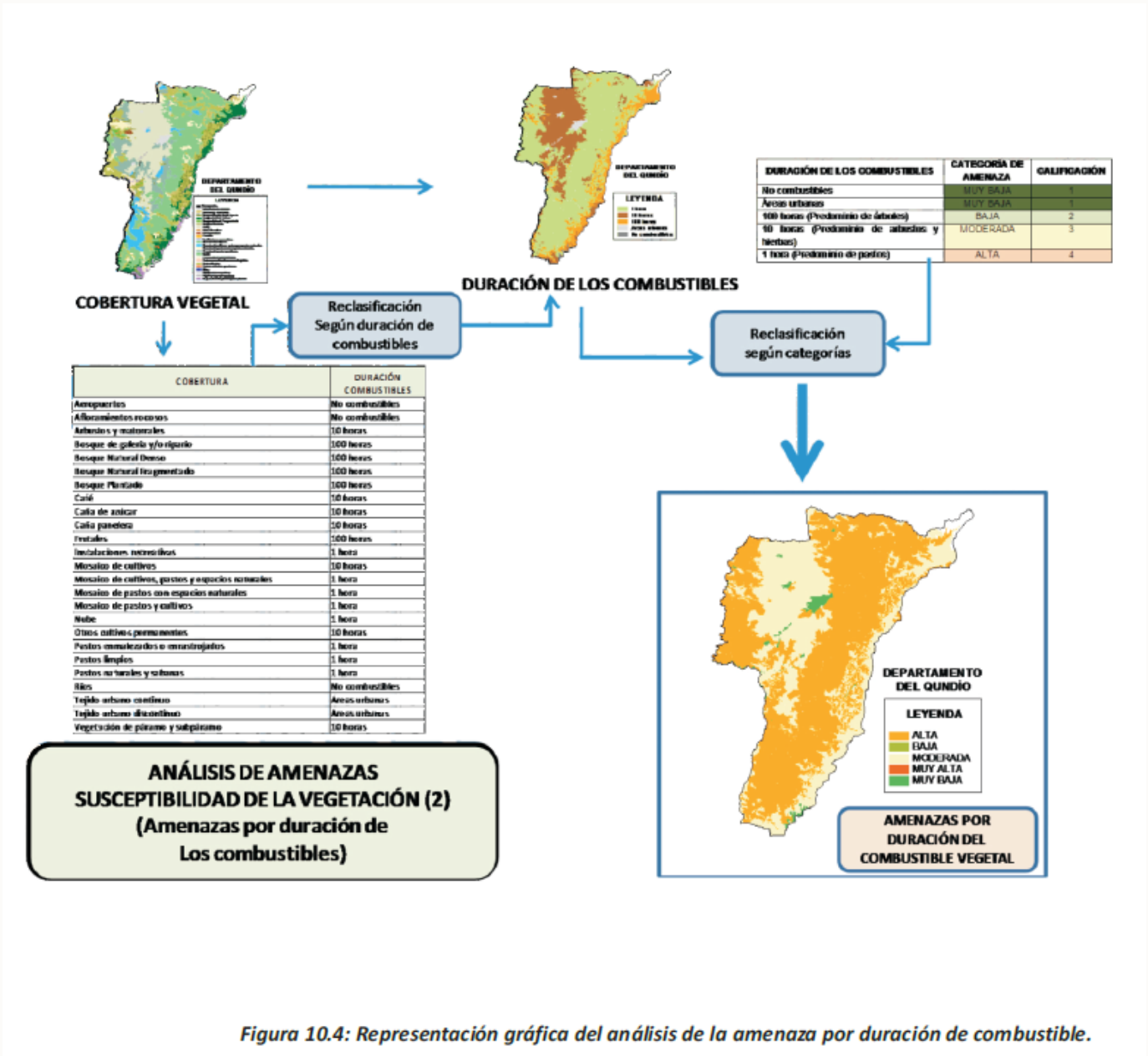


Figura 10.4: Representación gráfica del análisis de la amenaza por duración de combustible.

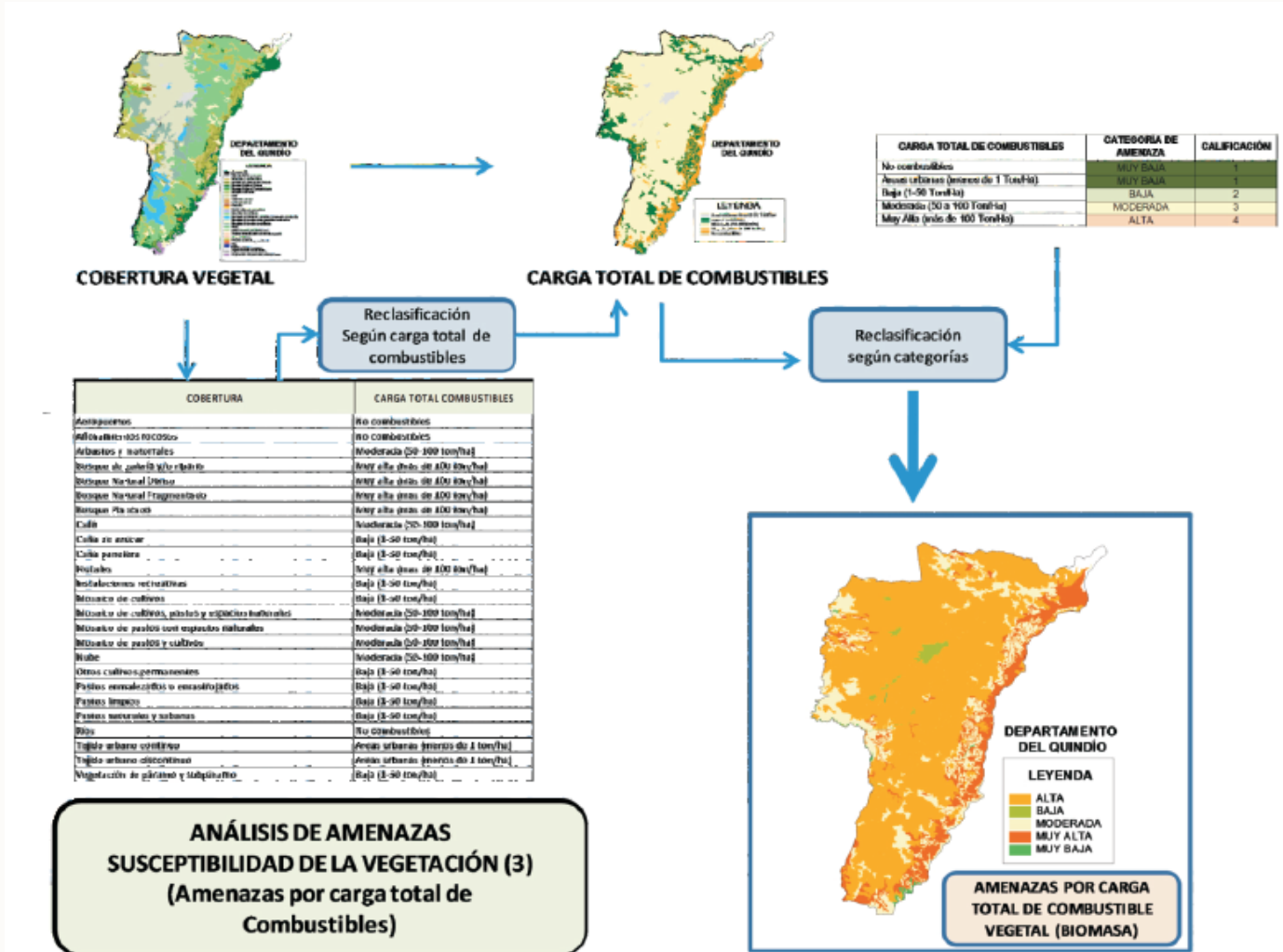


Figura 10.5: Representación gráfica del análisis de la amenaza por carga total de combustible.

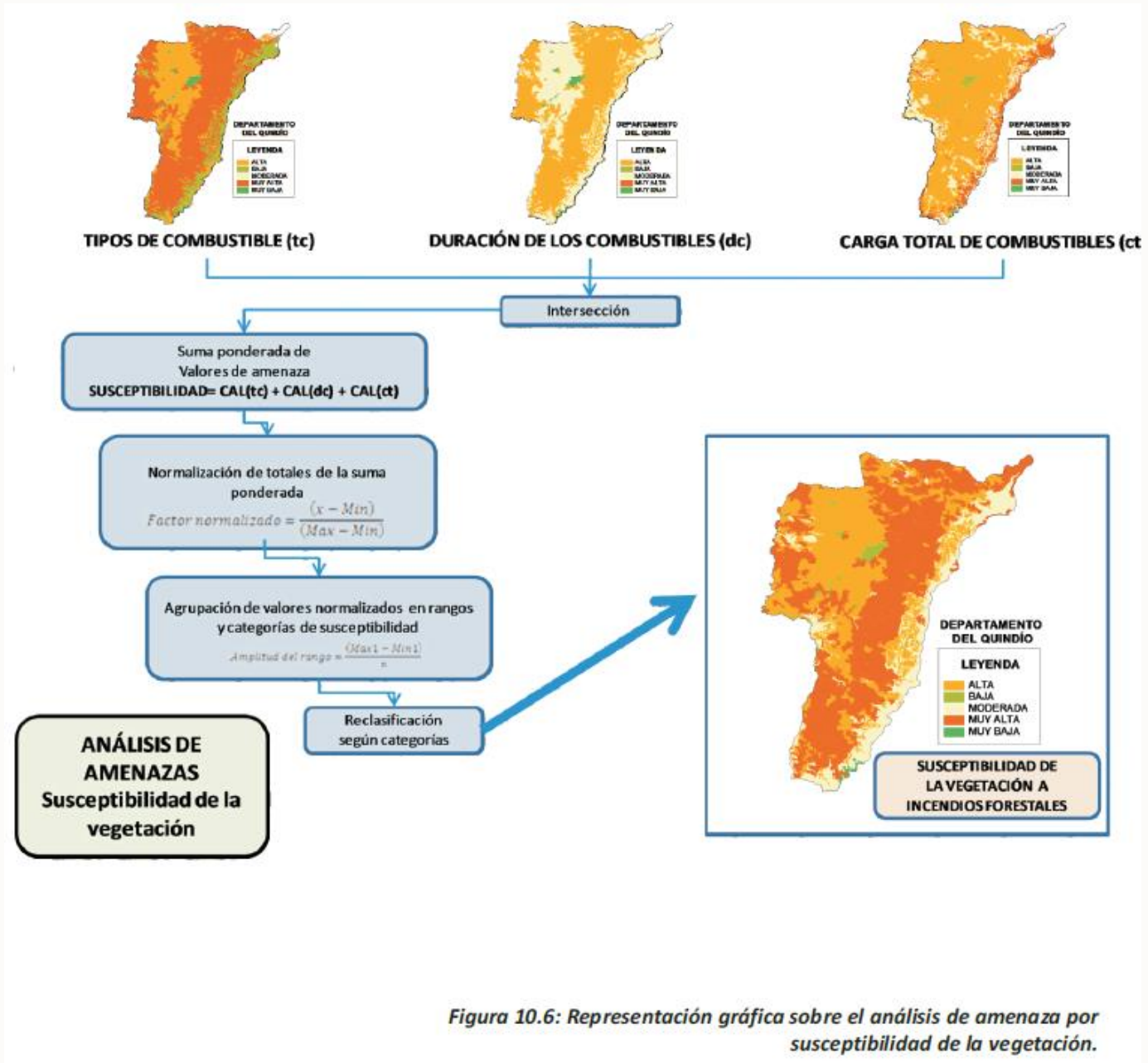


Figura 10.6: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por susceptibilidad de la vegetación.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

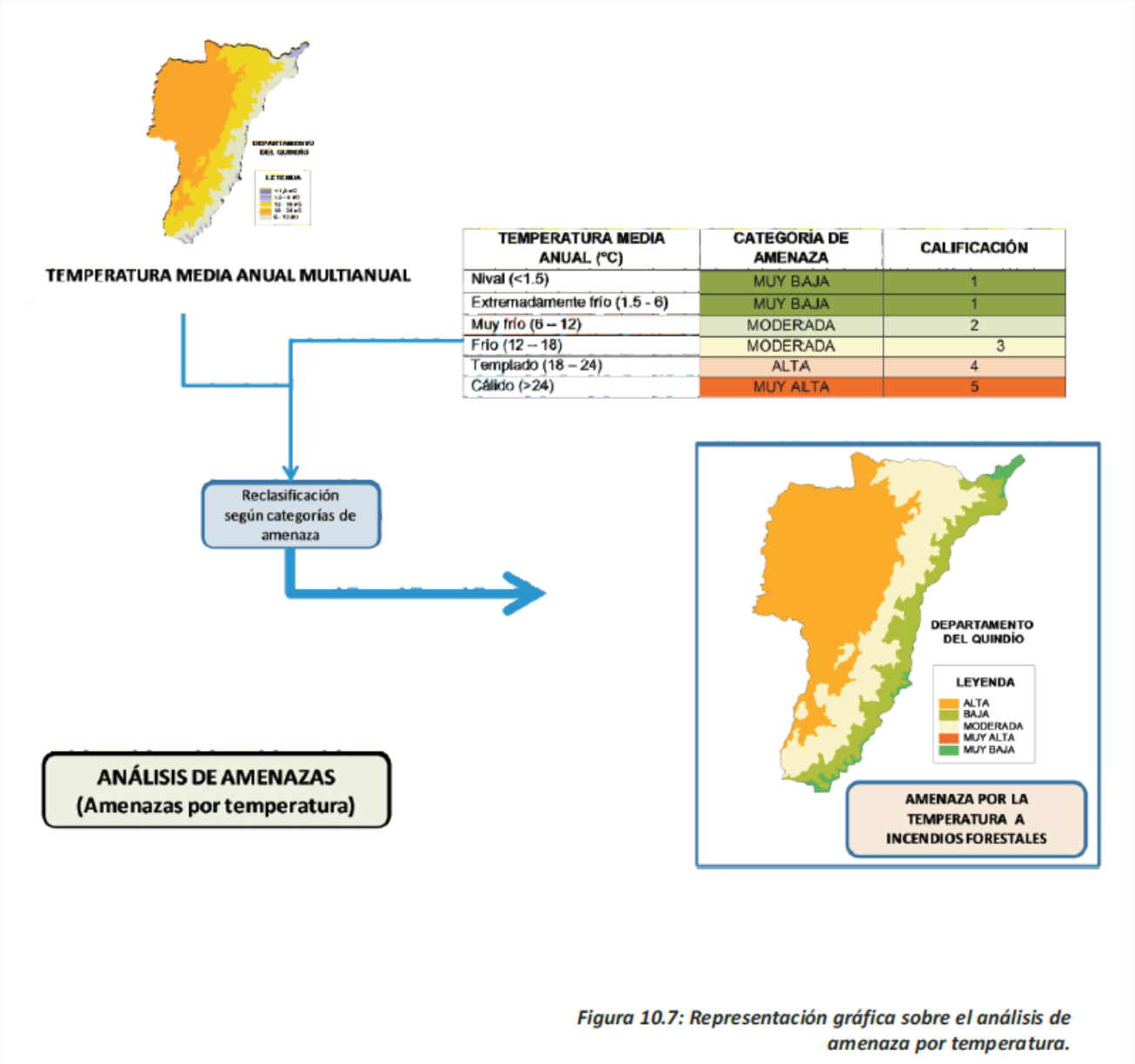


Figura 10.7: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por temperatura.

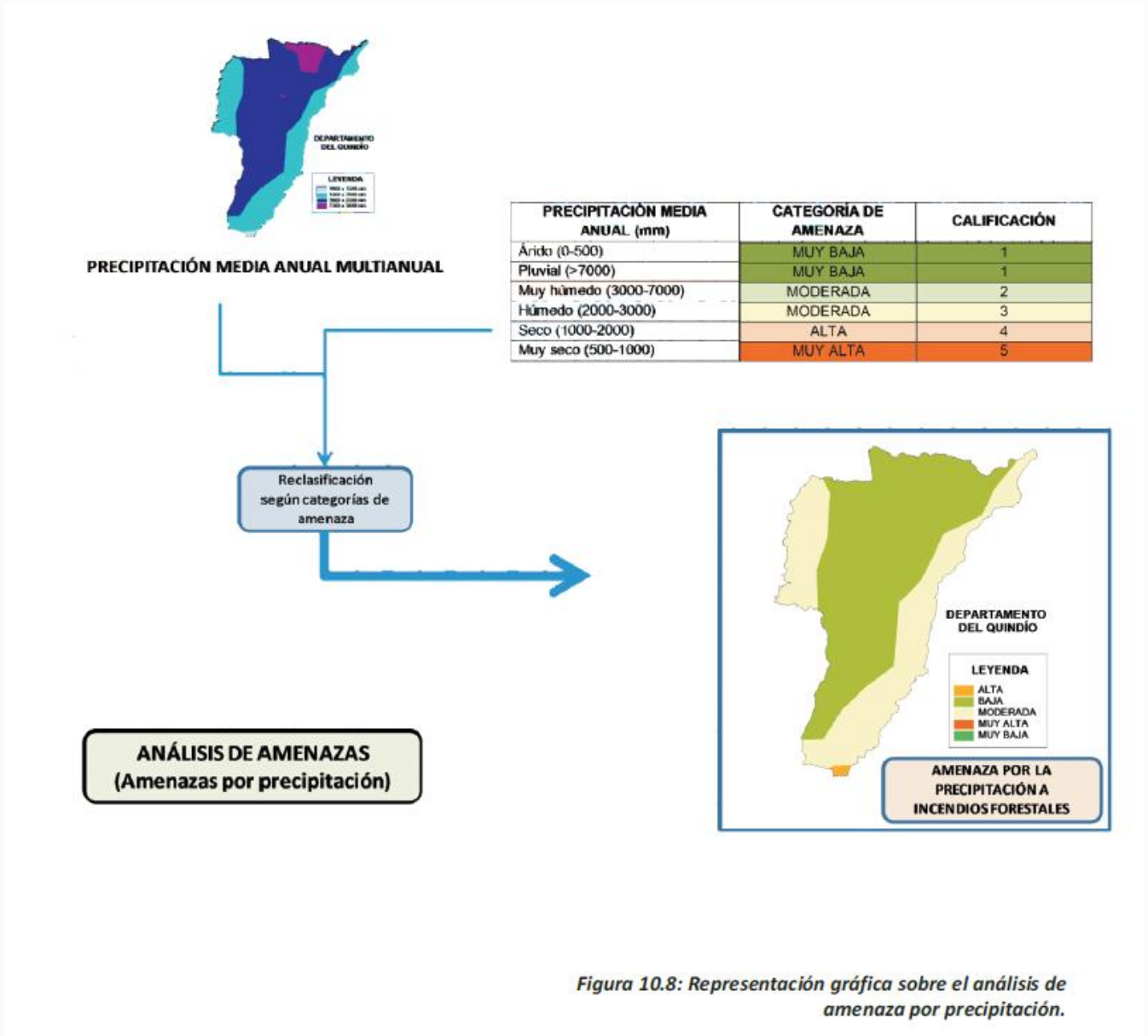


Figura 10.8: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por precipitación.

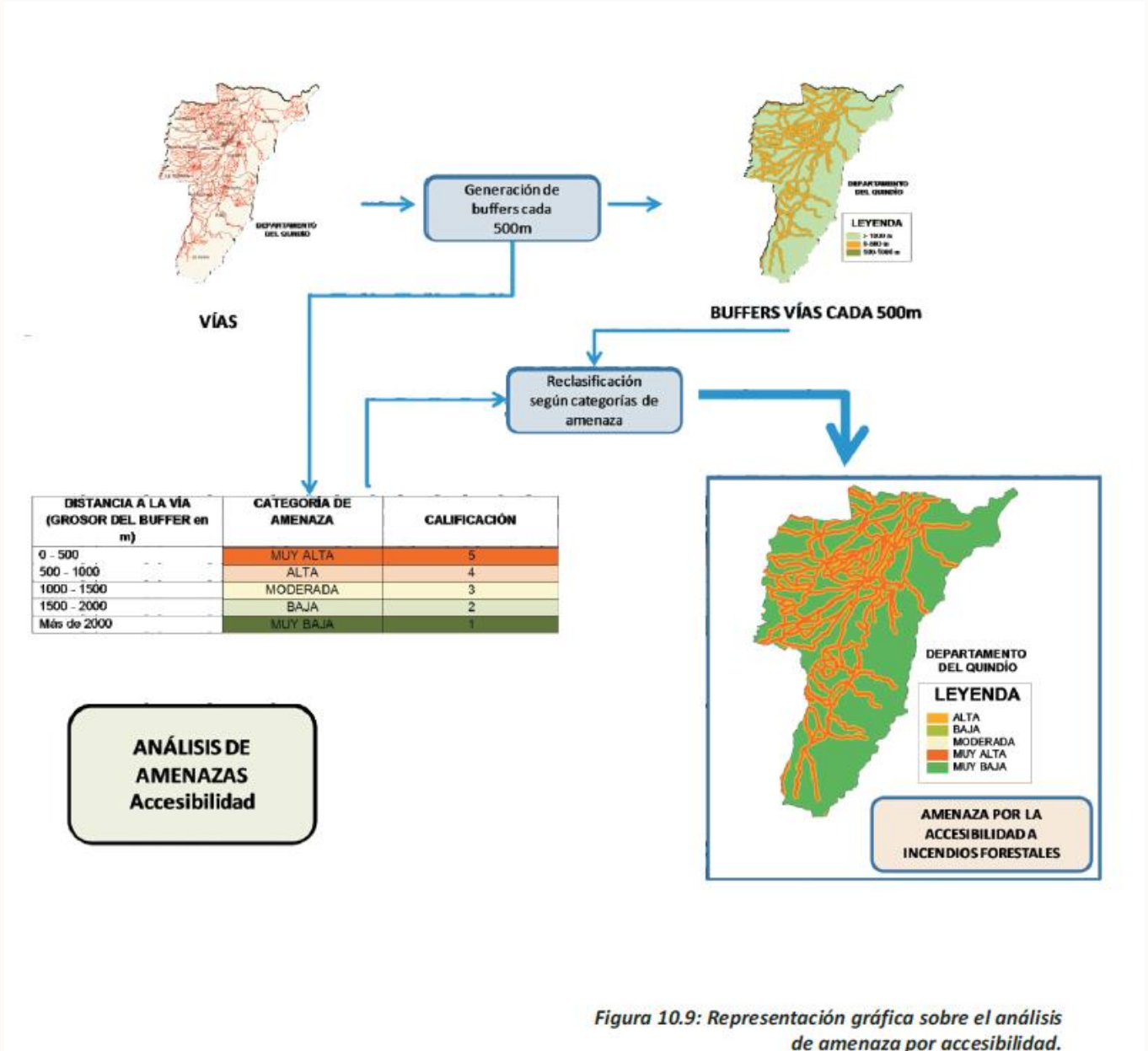


Figura 10.9: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por accesibilidad.

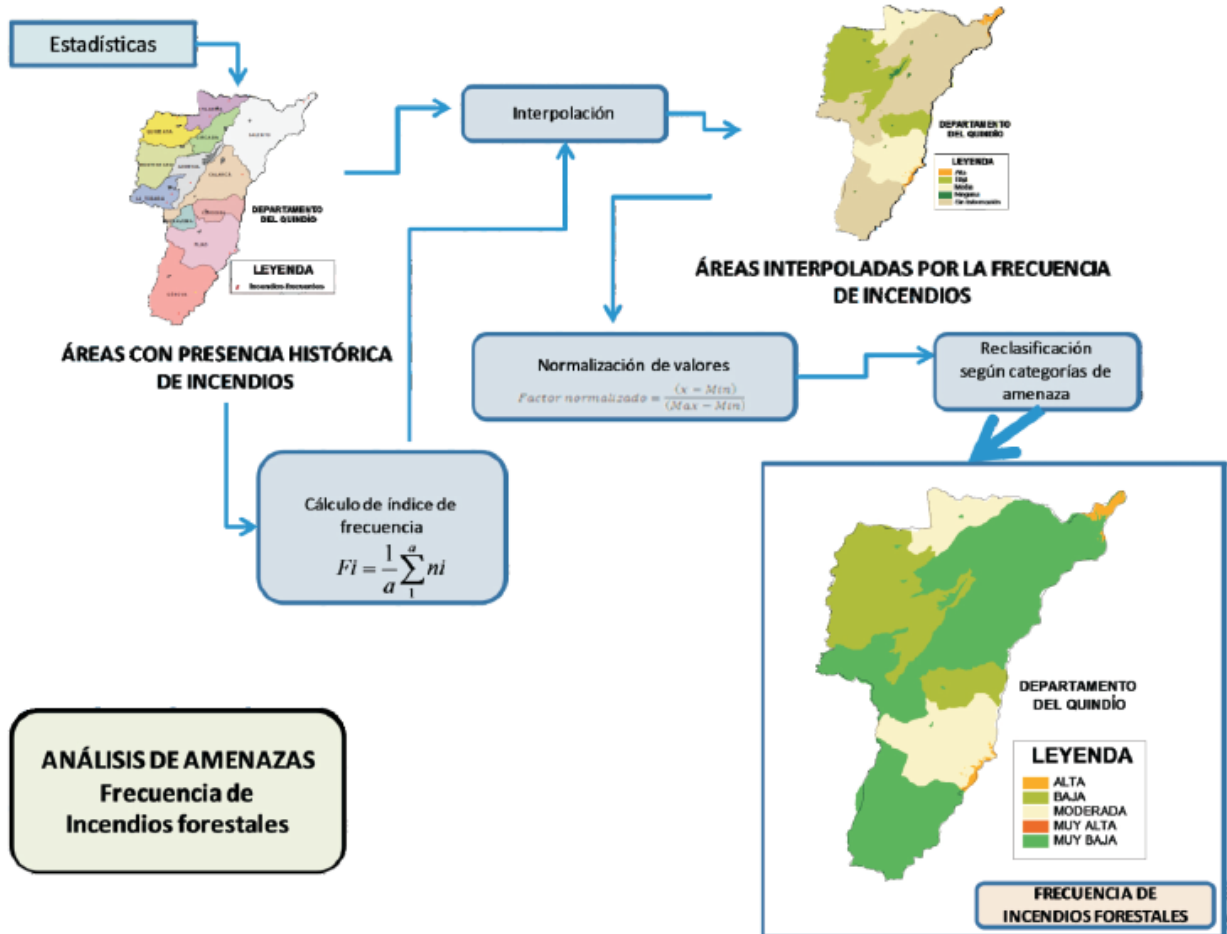


Figura 10.10: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza por incendios forestales.

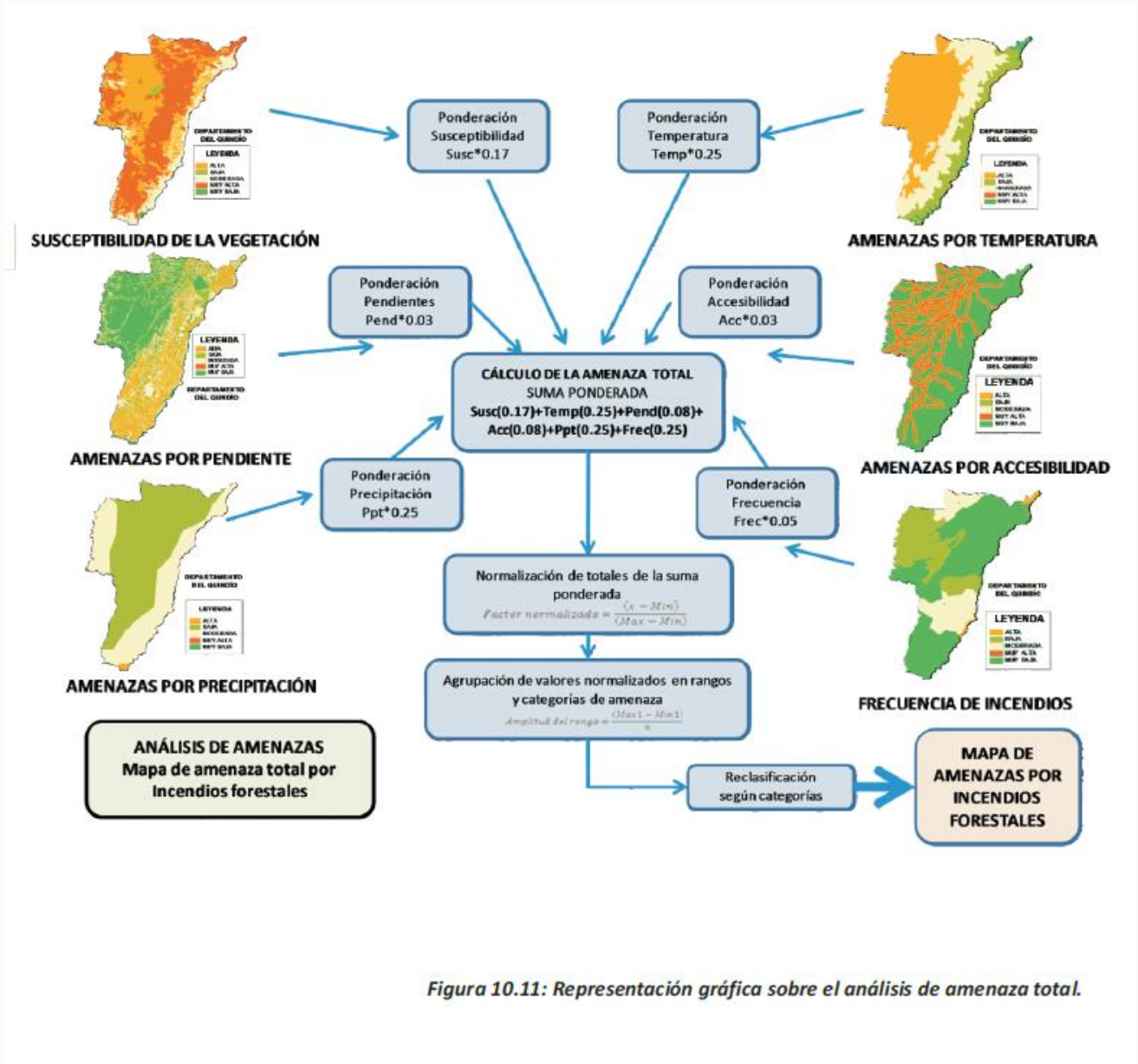
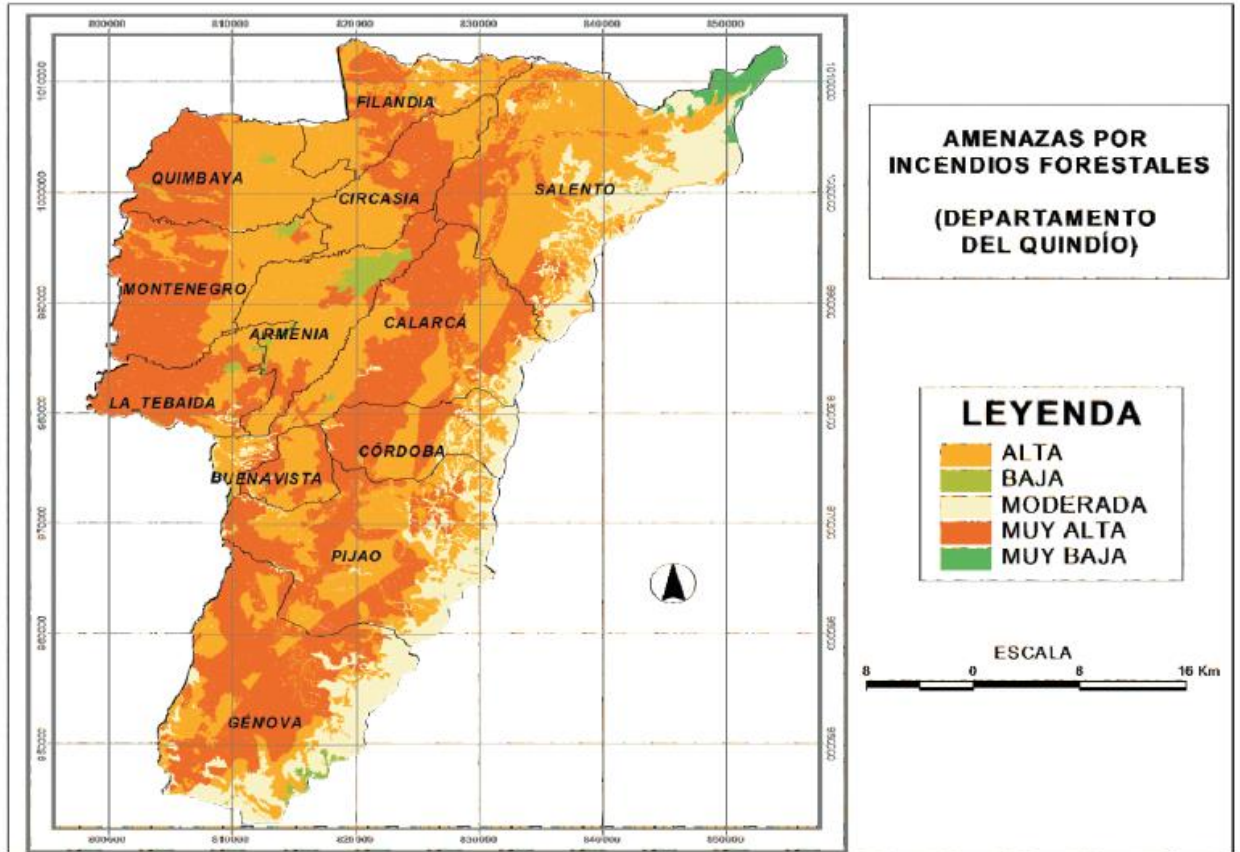


Figura 10.11: Representación gráfica sobre el análisis de amenaza total.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Mapa 6: Mapa de amenazas por incendios forestales, departamento del Quindío.

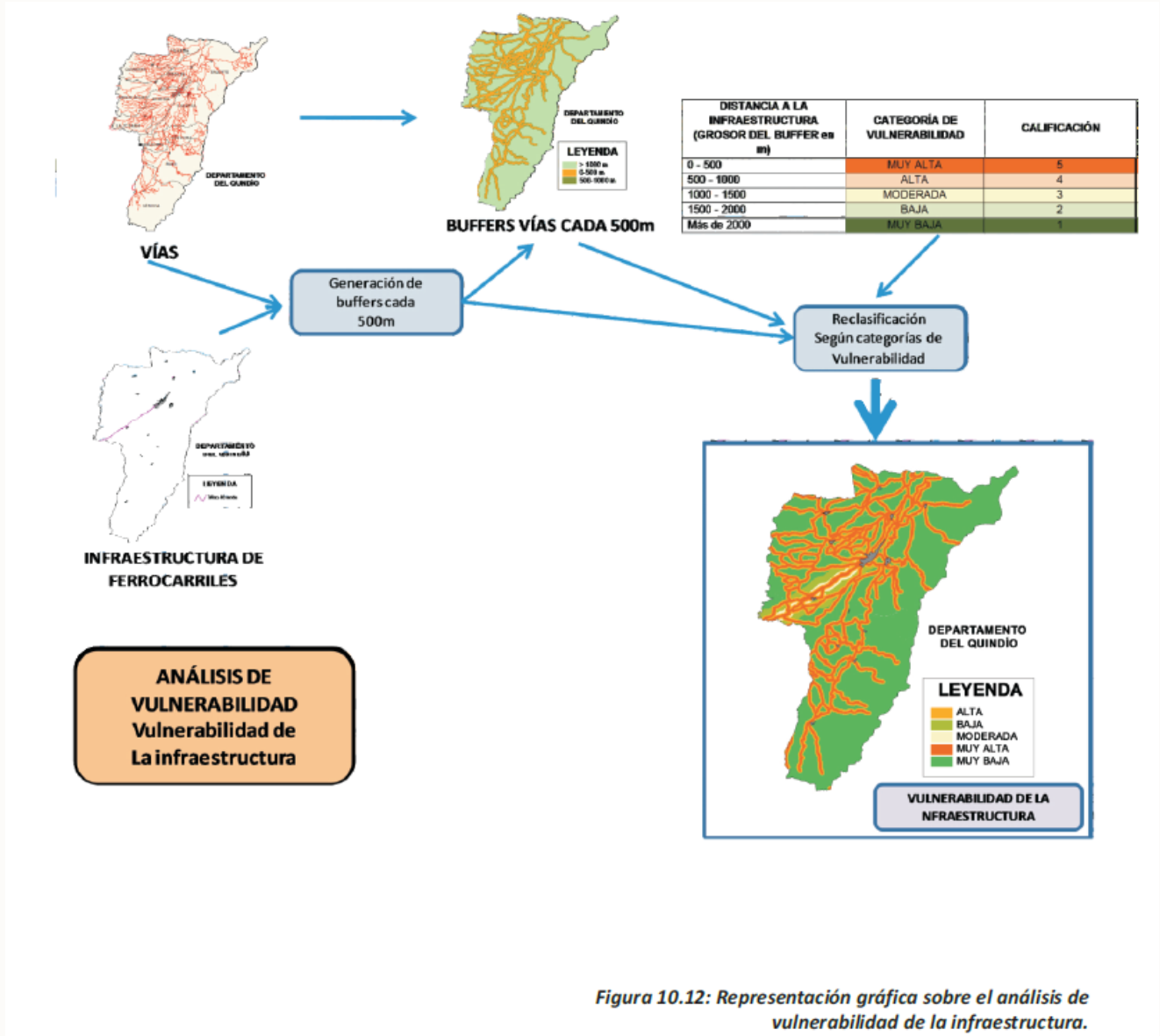


Figura 10.12: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad de la infraestructura.

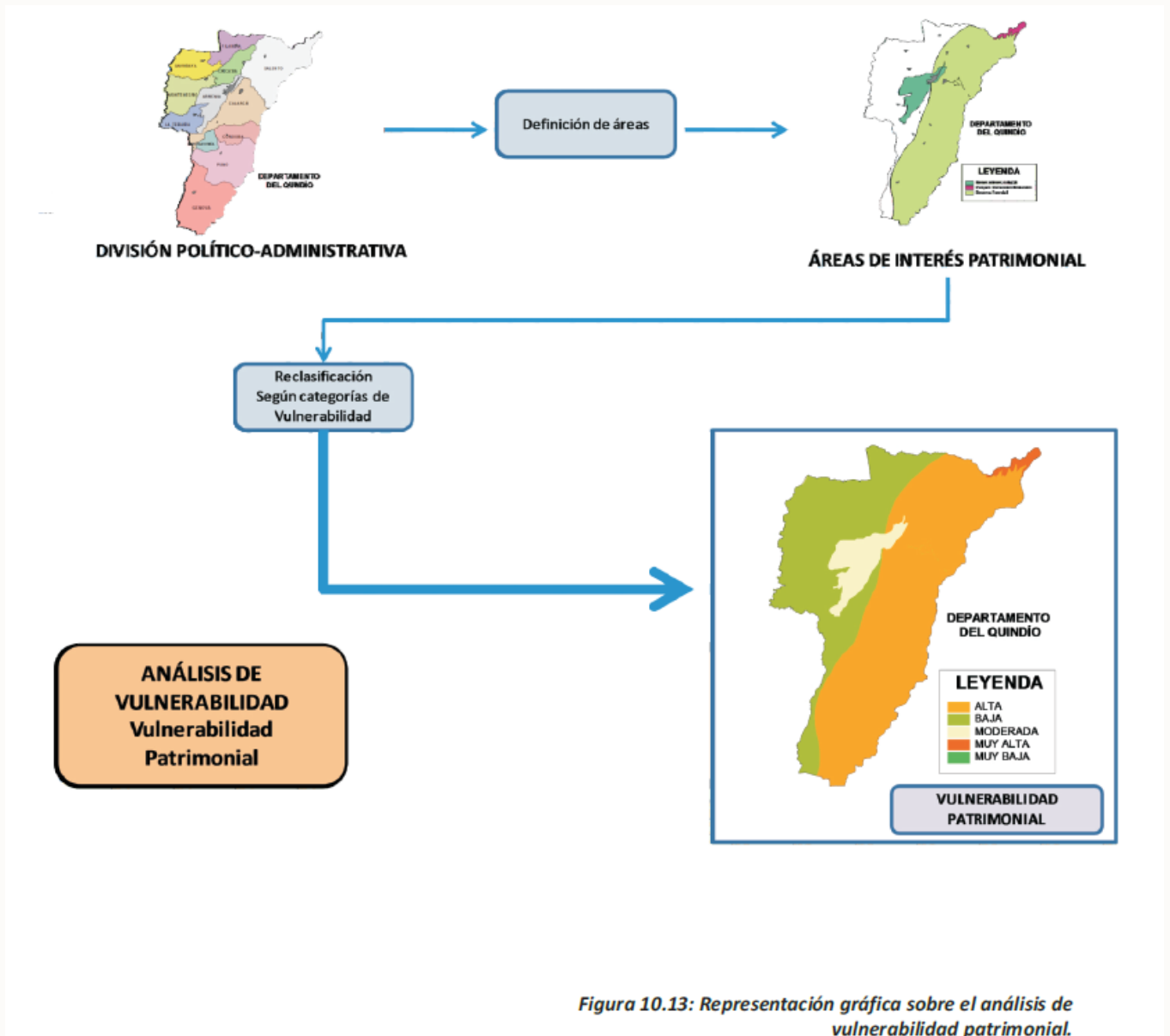


Figura 10.13: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad patrimonial.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



COBERTURA	VULNERABILIDAD ECONÓMICA
Atropellados	MUY ALTA
Afloramientos rocosos	MUY BAJA
Arboles y matorrales	ALTA
Bosque de galería y/o ripario	BAJA
Bosque Natural Denso	BAJA
Bosque Natural Fragmentado	MODERADA
Bosque Plantedo	MUY ALTA
Café	MUY ALTA
Café de arcear	MUY ALTA
Café parcelero	MUY ALTA
Frutales	MUY ALTA
Instalaciones recreativas	ALTA
Mosaico de cultivos	MUY ALTA
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA
Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA
Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA
Nube	MODERADA
Otros cultivos permanentes	MUY ALTA
Pastos ensilados o estratificados	ALTA
Pastos limpios	ALTA
Pastos naturales y sabanes	ALTA
Riños	MUY BAJA
Tejido urbano continuo	MUY BAJA
Tejido urbano discontinuo	MUY BAJA
Vegetación de páramo y subpáramo	BAJA

**ANÁLISIS DE
VULNERABILIDAD
Vulnerabilidad Económica**

Reclasificación
Según categoría de
Vulnerabilidad

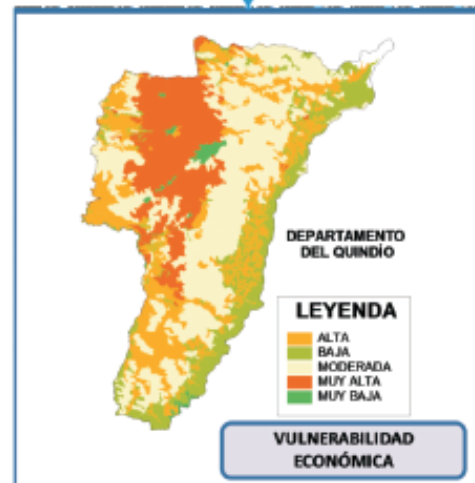


Figura 10.14: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad económica.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

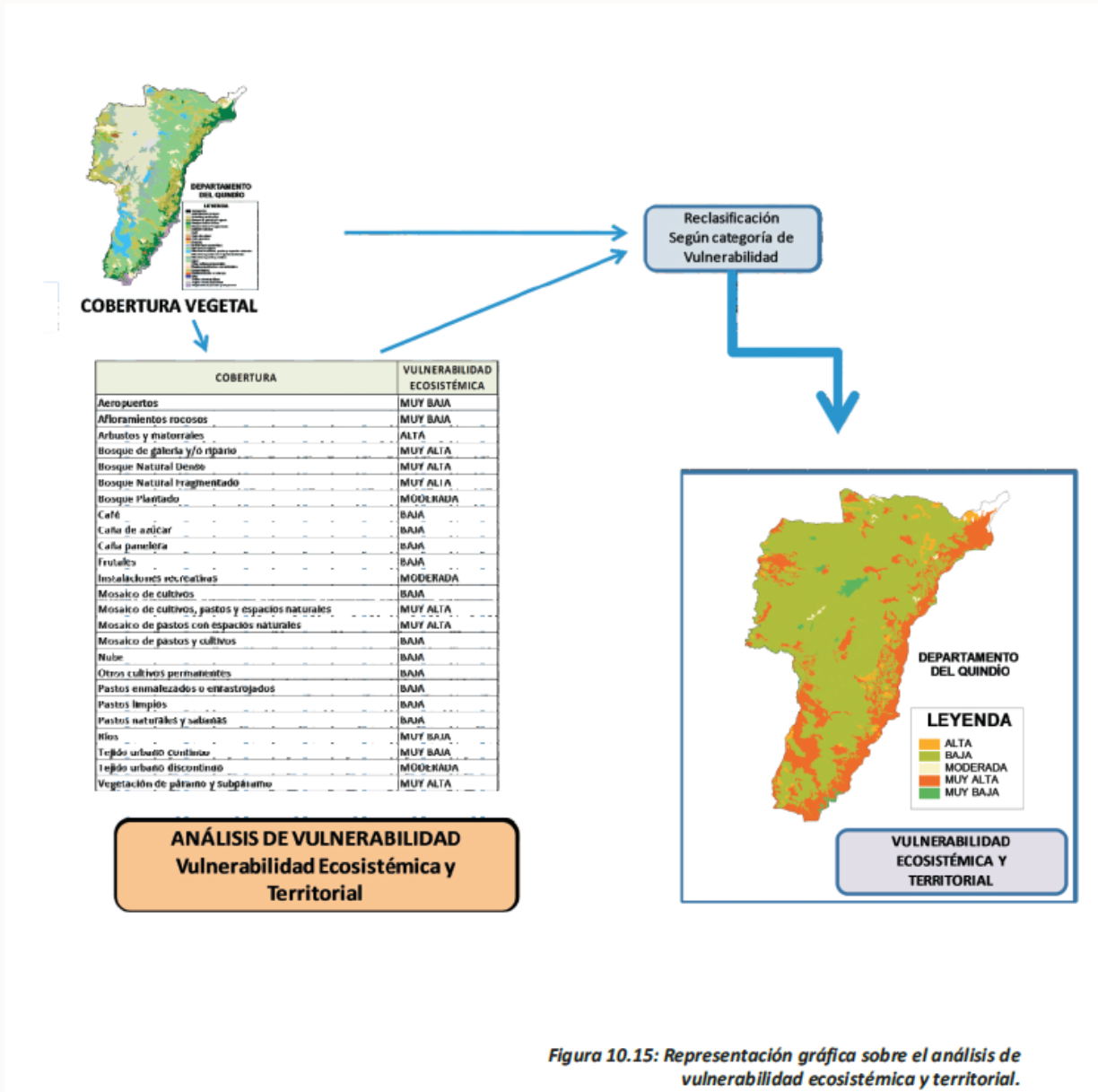


Figura 10.15: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad ecosistémica y territorial.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

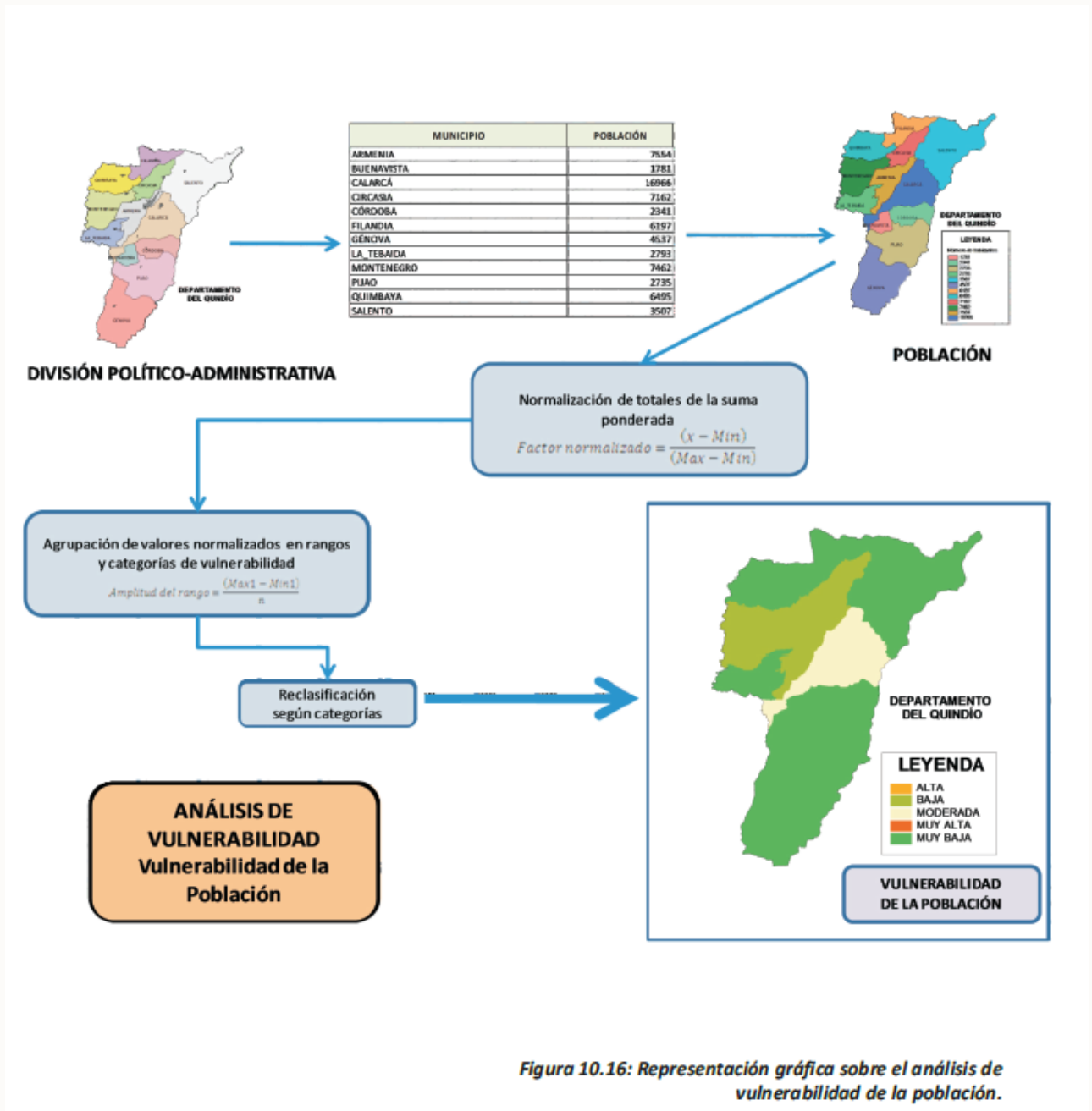


Figura 10.16: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad de la población.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

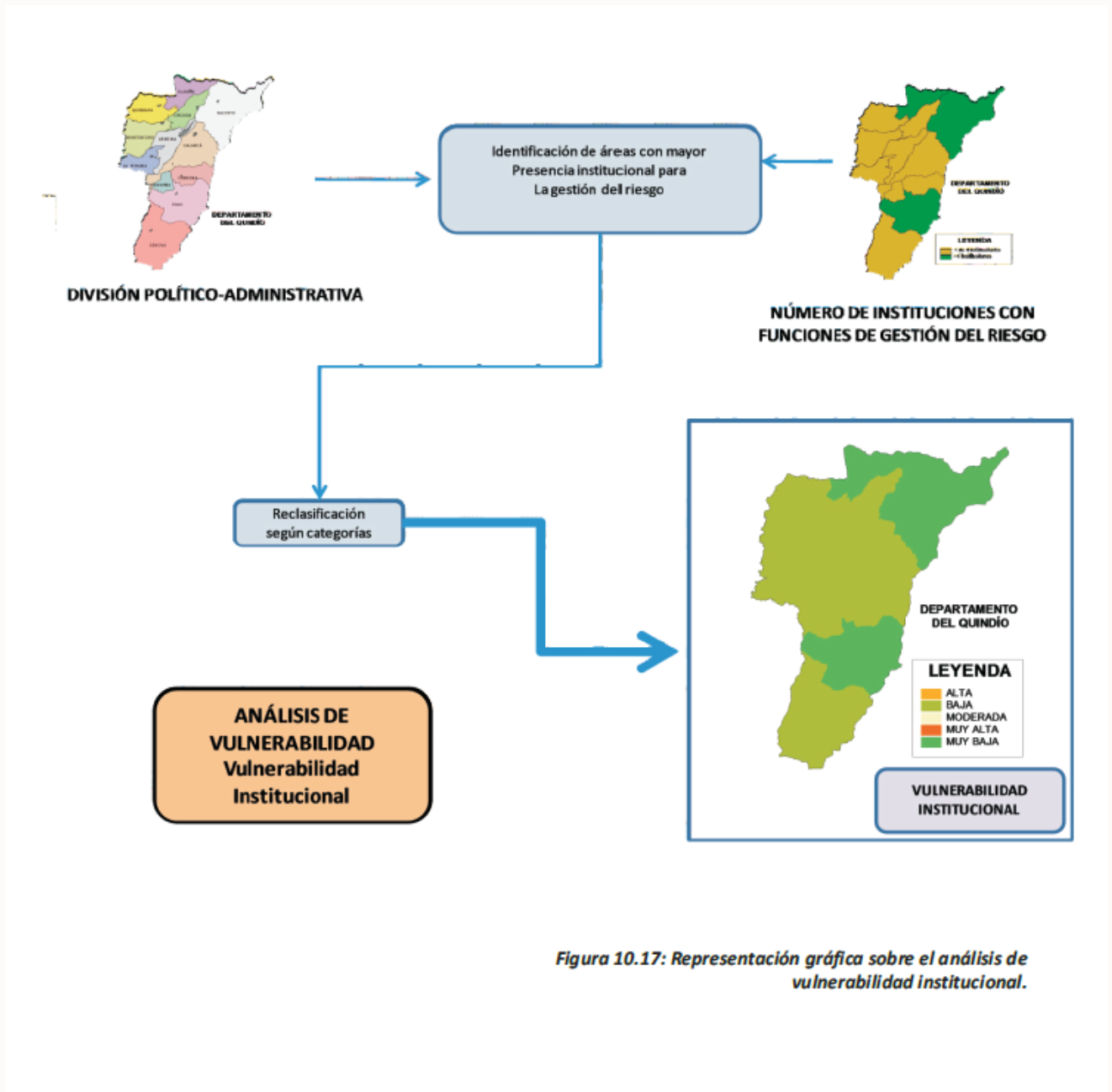


Figura 10.17: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad institucional.

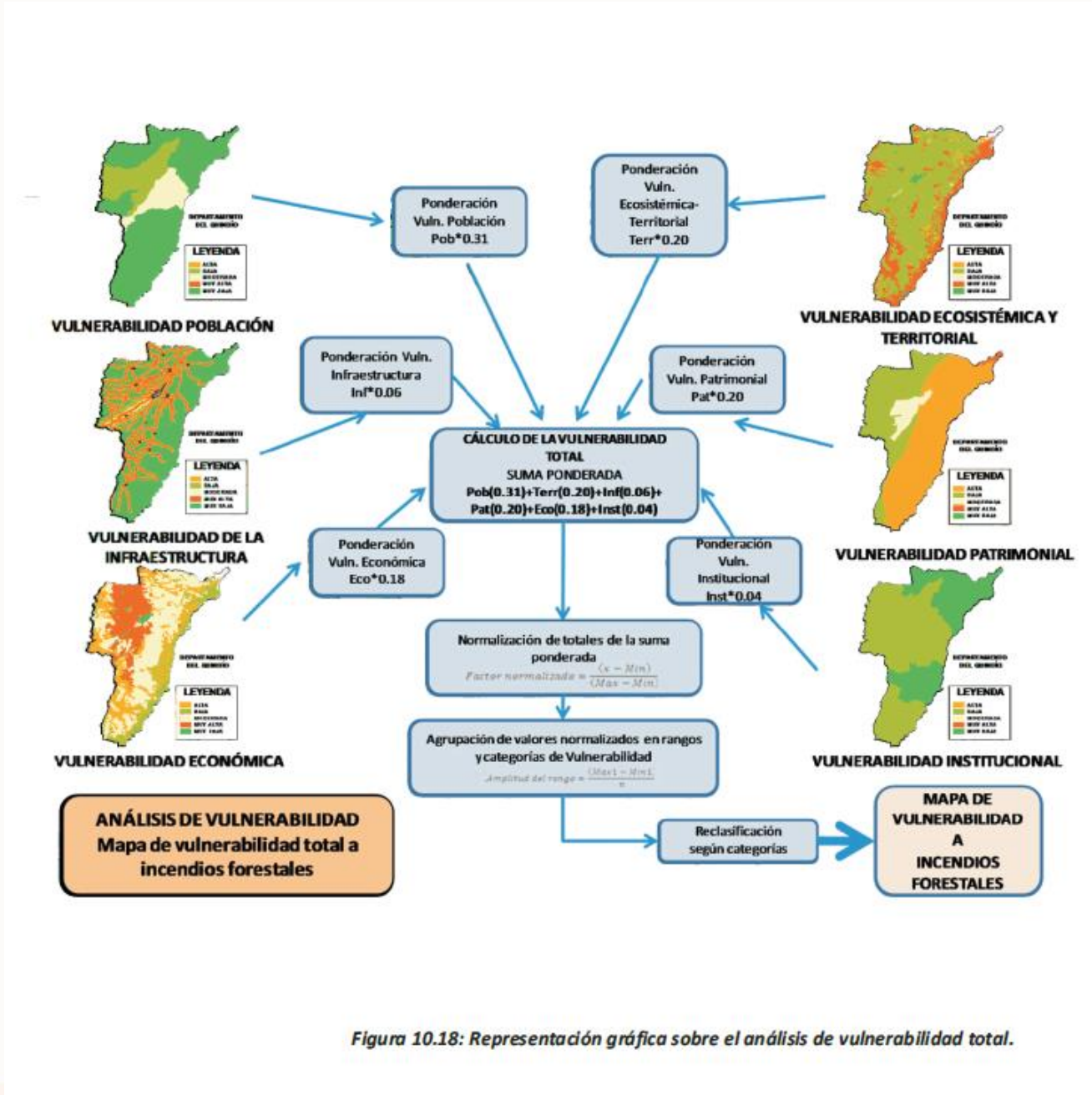
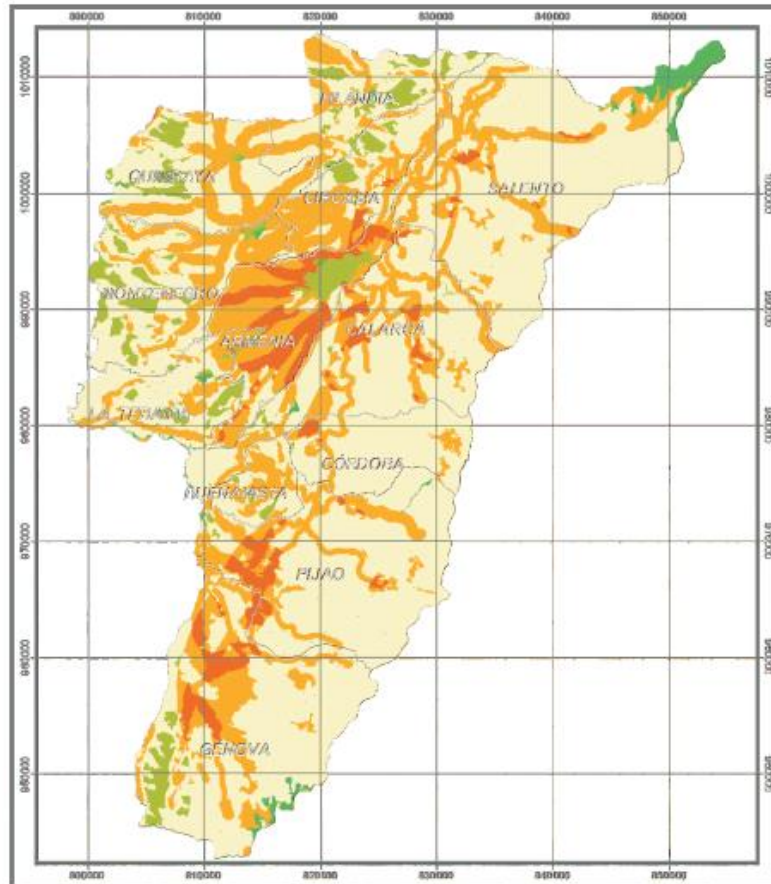


Figura 10.18: Representación gráfica sobre el análisis de vulnerabilidad total.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



VULNERABILIDAD A LOS
INCENDIOS FORESTALES

(DEPARTAMENTO
DE QUINDÍO)

LEYENDA

- ALTA
- MAIA
- MODERADA
- MUY ALTA
- MUY BAJA

ESCALA 0 5 10 Km

Mapa 7: Mapa de vulnerabilidad a los incendios forestales del departamento de Quindío.

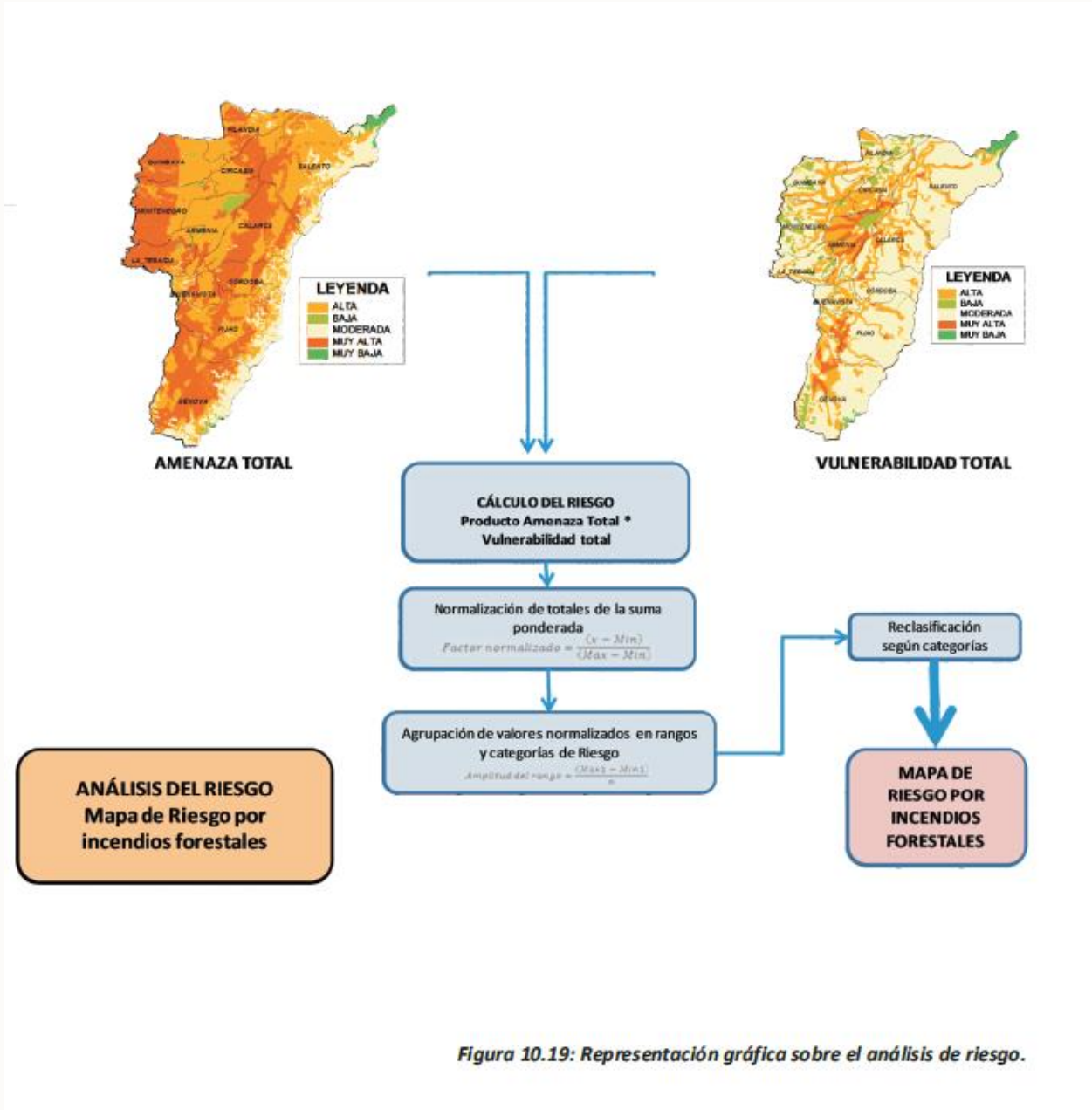


Figura 10.19: Representación gráfica sobre el análisis de riesgo.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

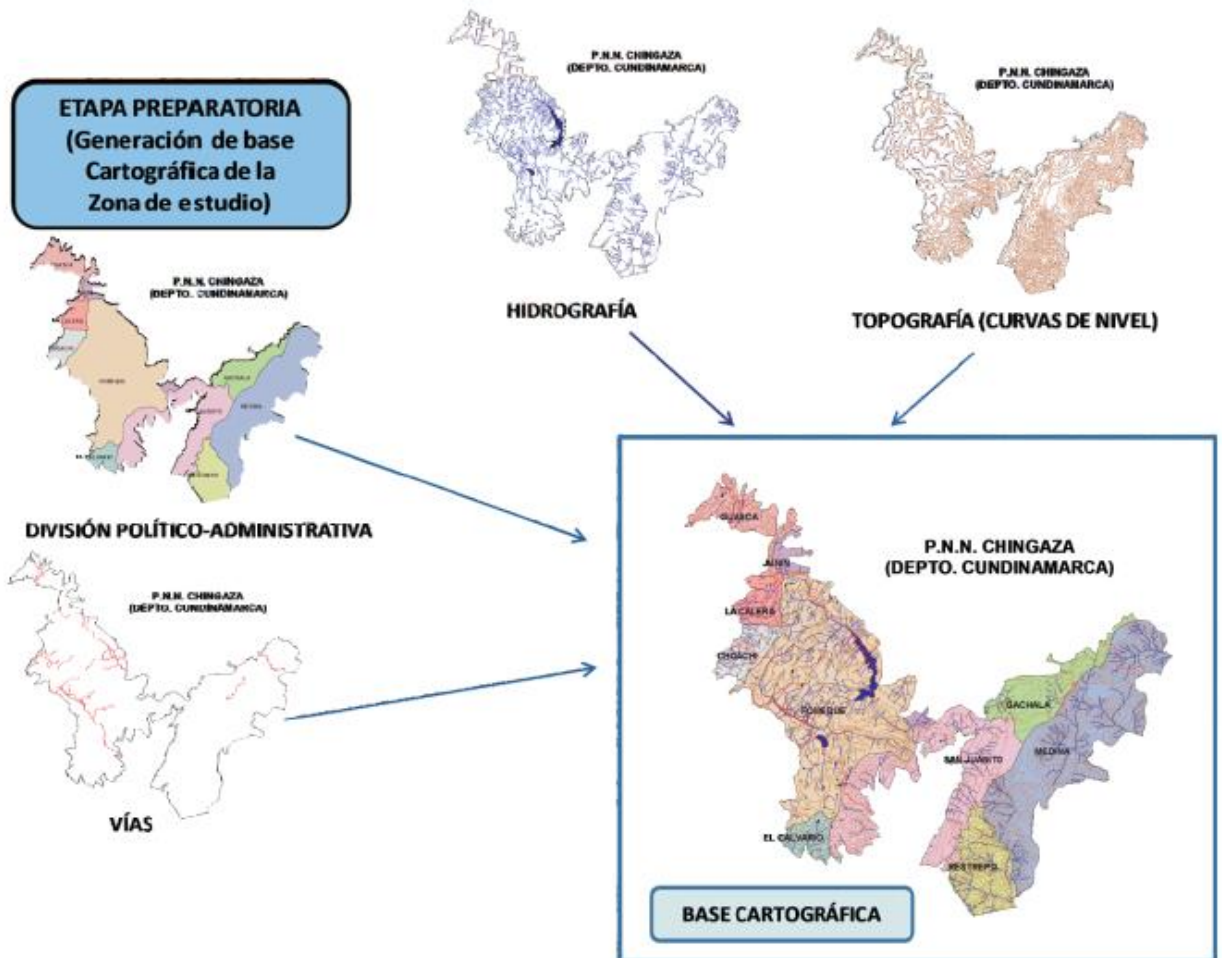


Figura 11.1: Representación gráfica de la etapa preparatoria.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

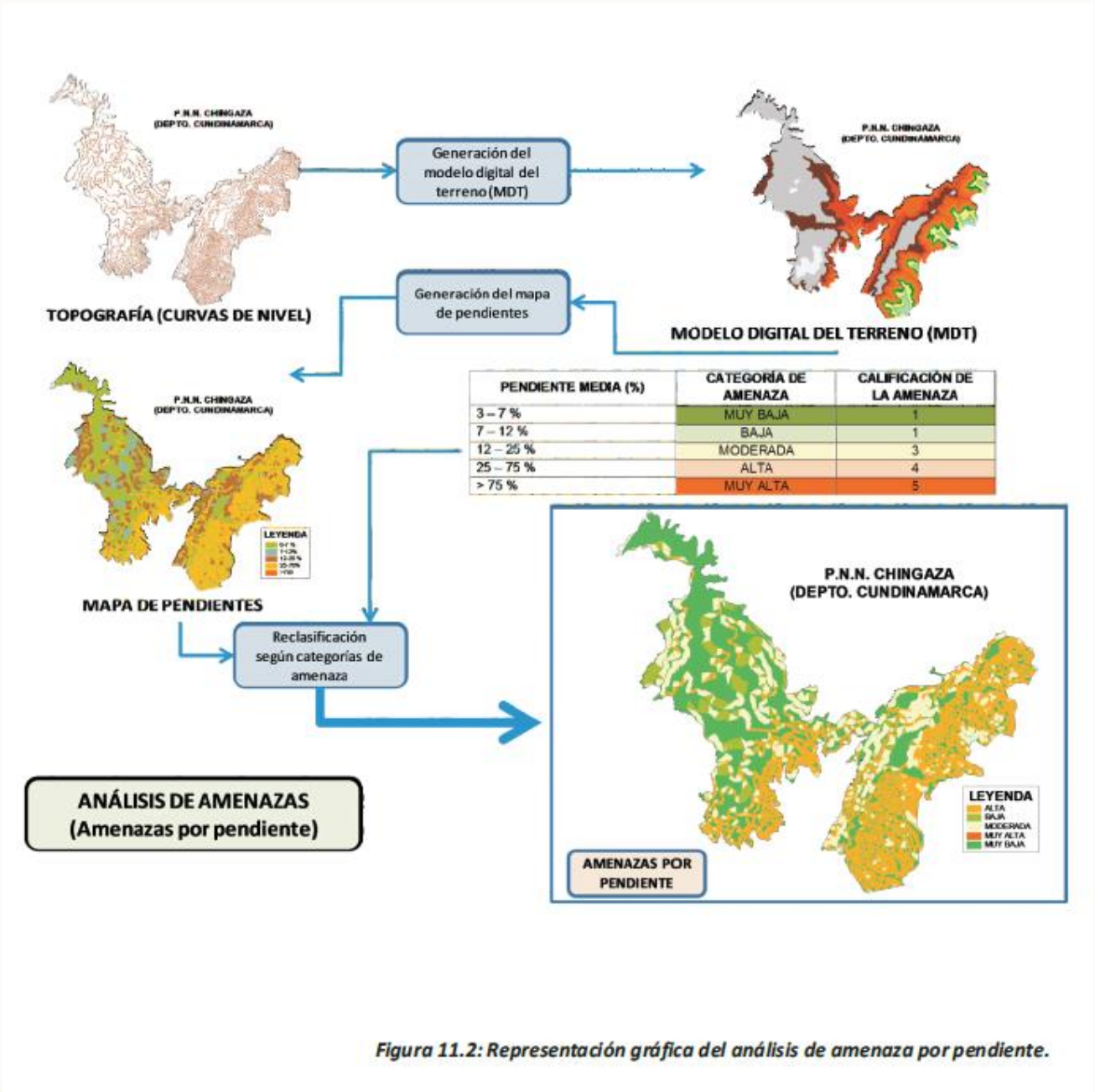


Figura 11.2: Representación gráfica del análisis de amenaza por pendiente.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

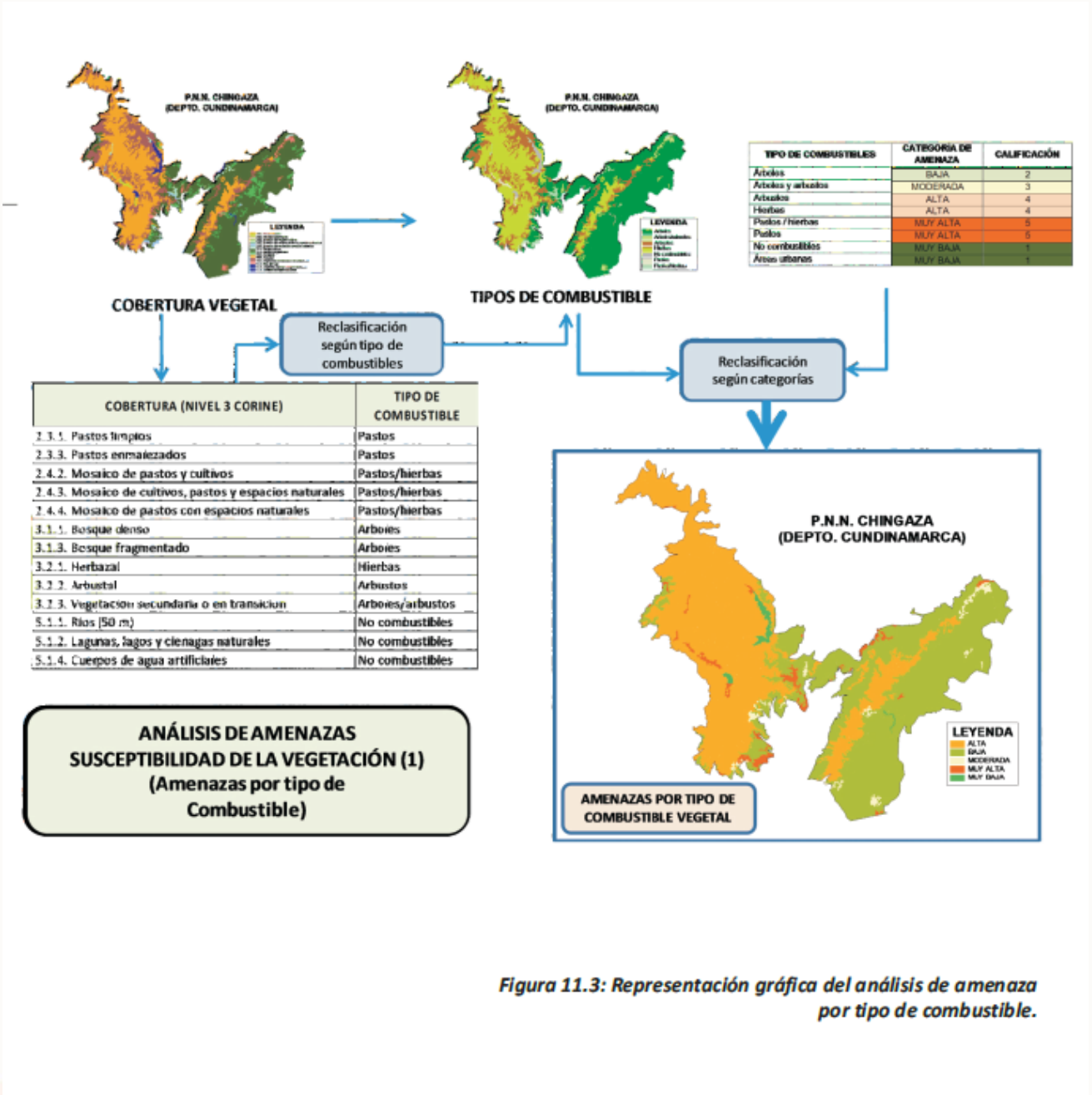


Figura 11.3: Representación gráfica del análisis de amenaza por tipo de combustible.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

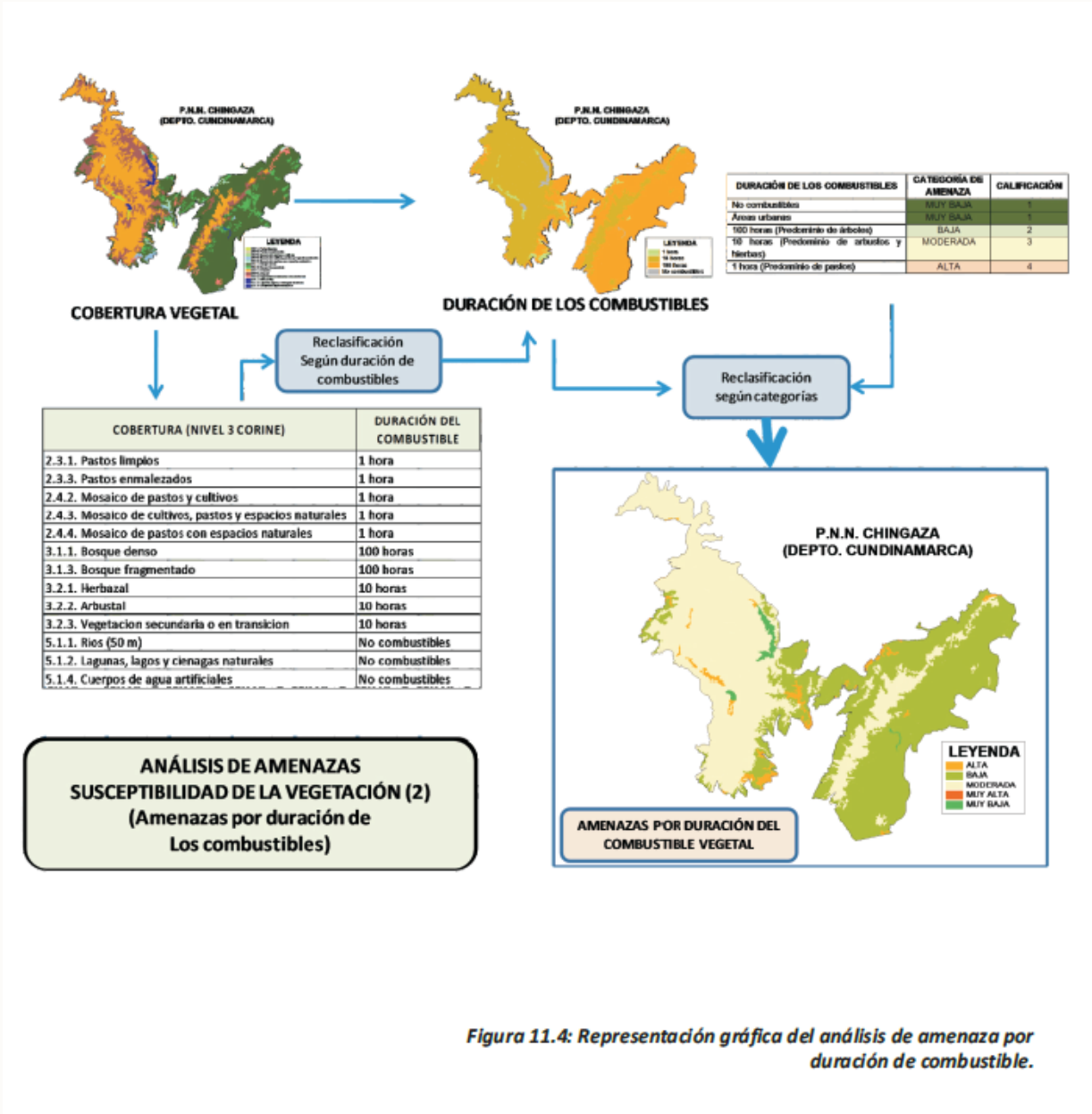


Figura 11.4: Representación gráfica del análisis de amenaza por duración de combustible.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

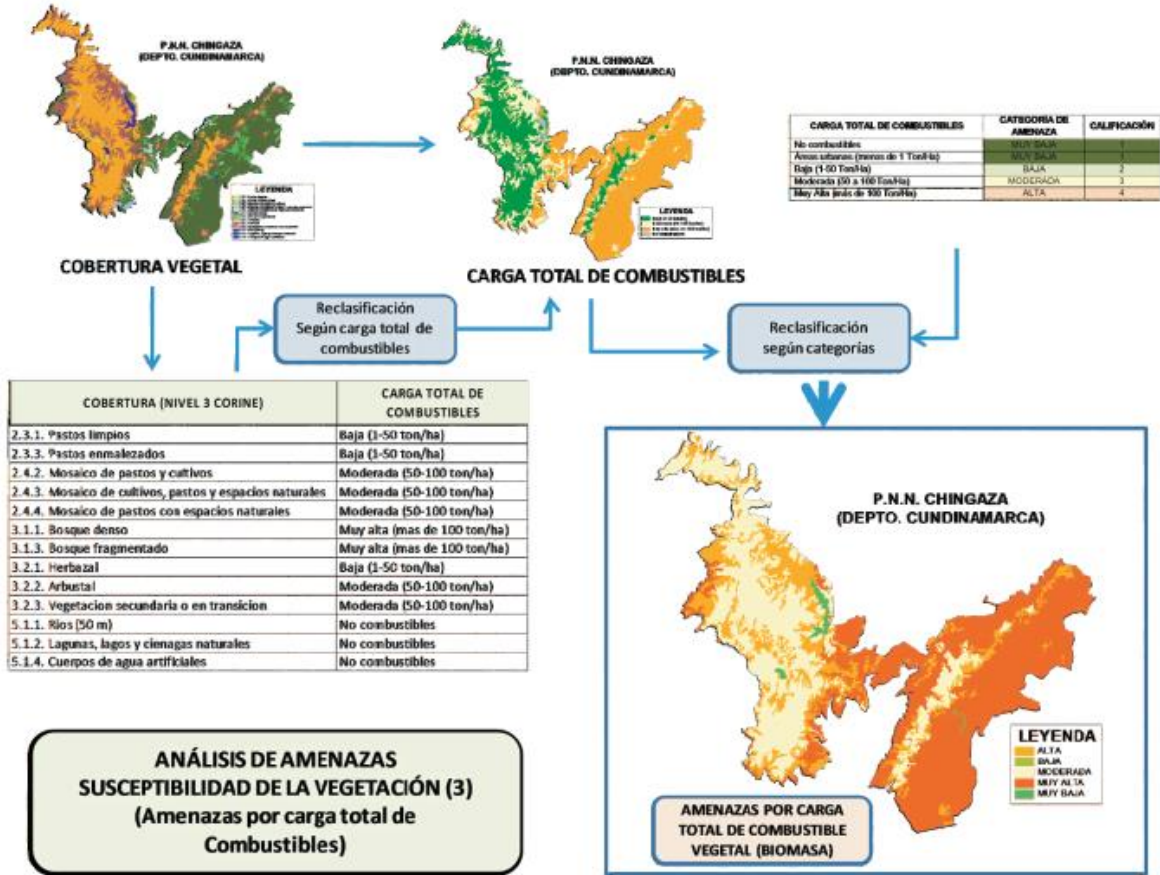


Figura 11.5: Representación gráfica del análisis de amenaza por carga total de combustible.

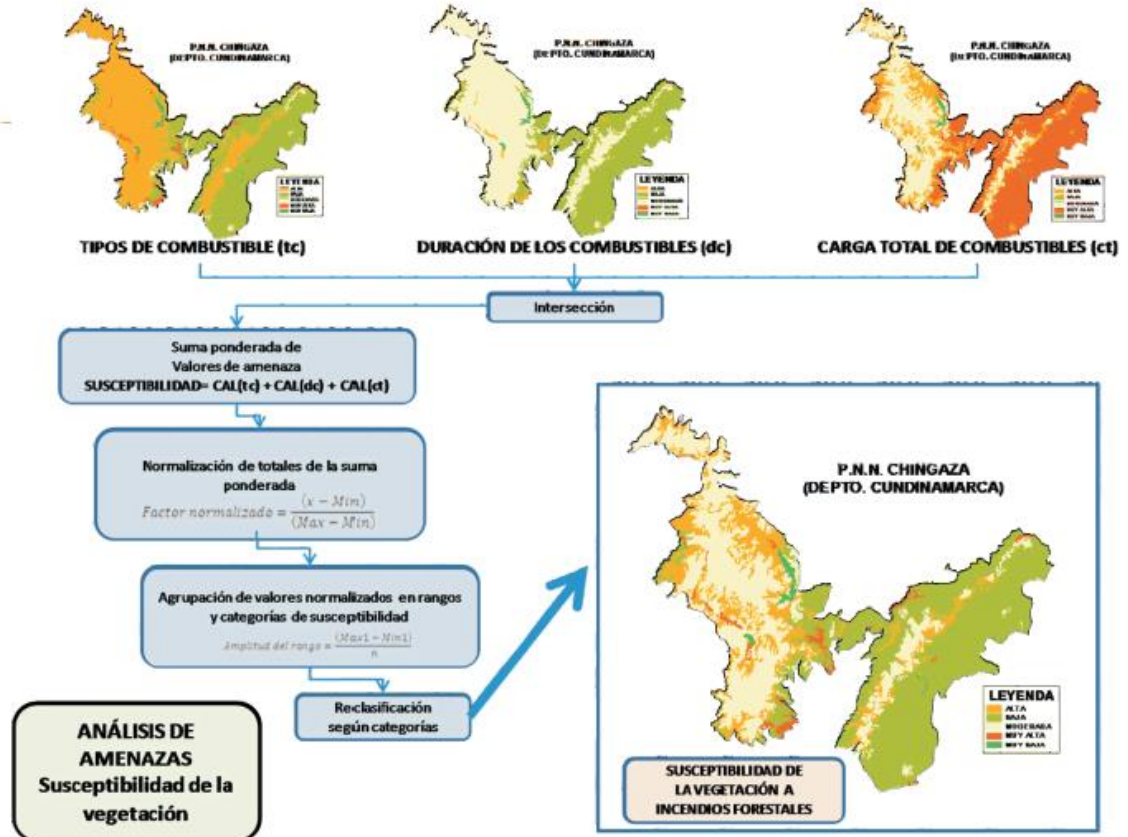


Figura 11.6: Representación gráfica del análisis de amenaza por susceptibilidad de la vegetación.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

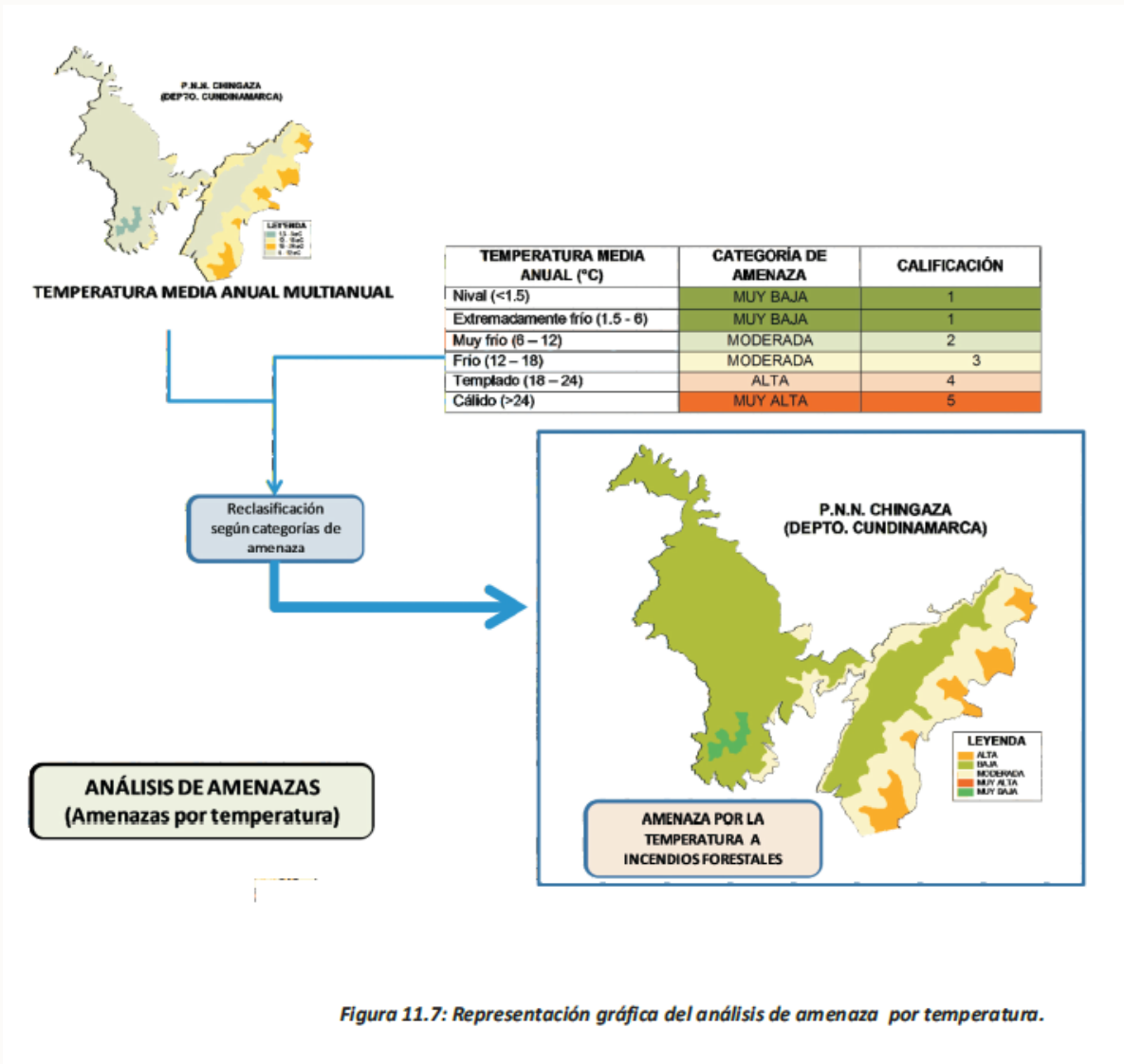


Figura 11.7: Representación gráfica del análisis de amenaza por temperatura.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

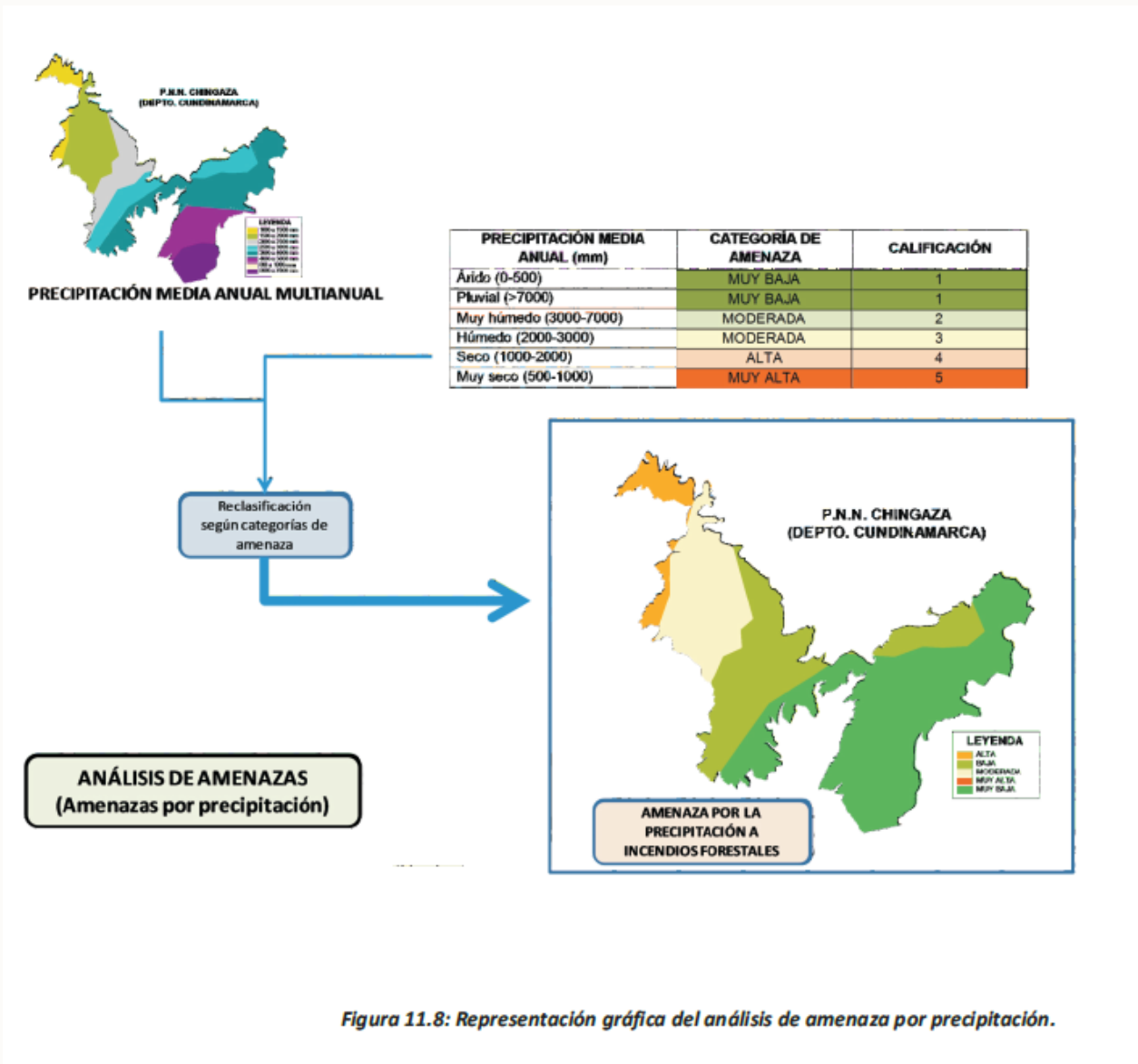


Figura 11.8: Representación gráfica del análisis de amenaza por precipitación.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

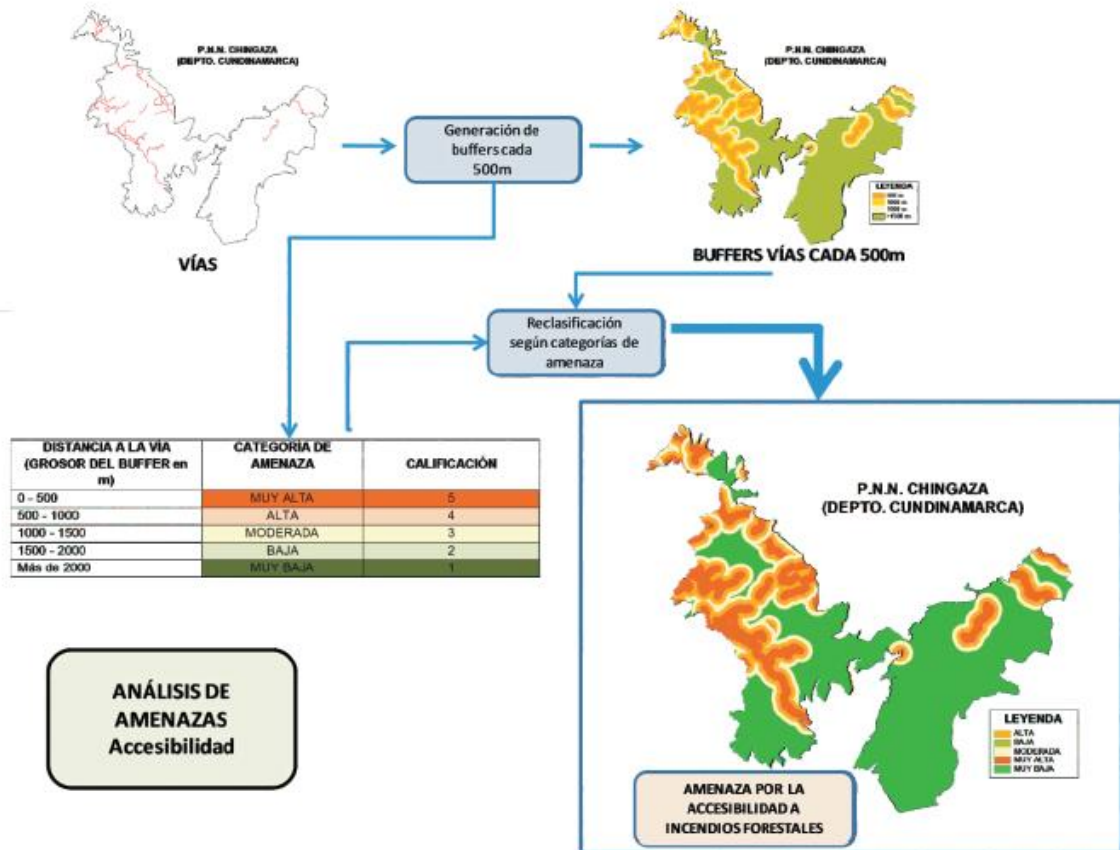


Figura 11.9: Representación gráfica del análisis de amenaza por accesibilidad.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

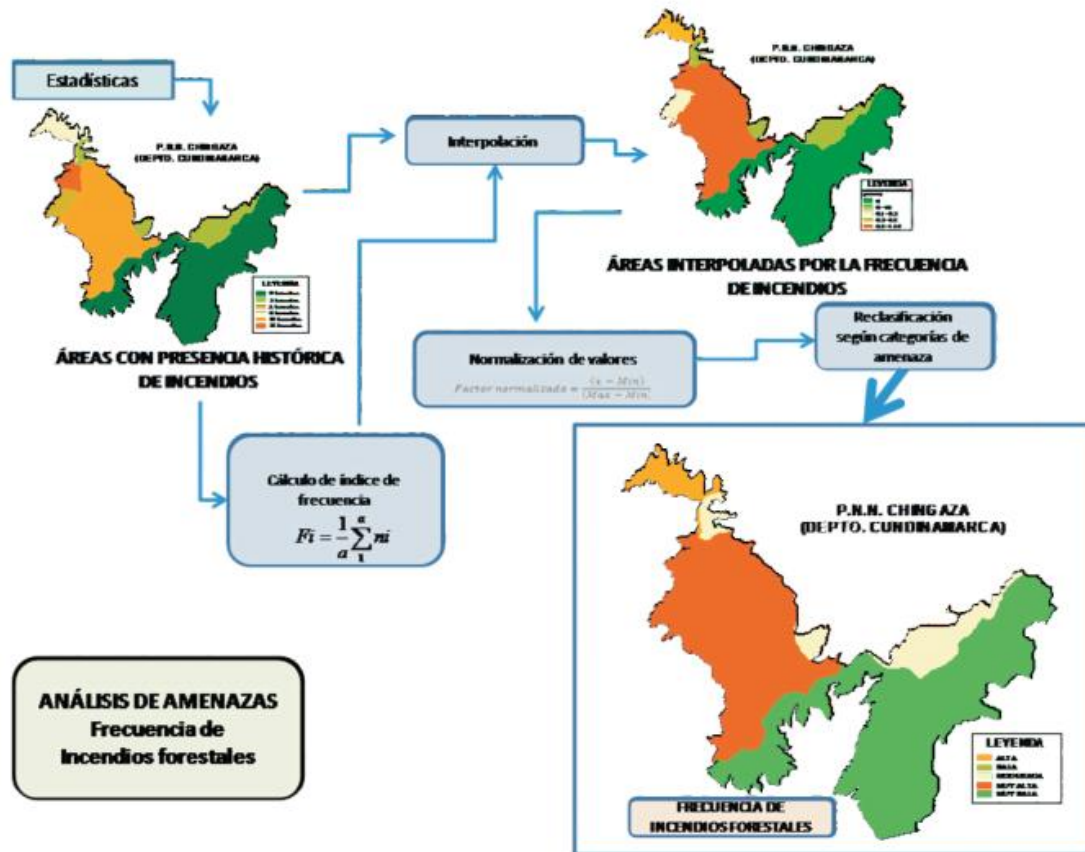


Figura 11.10: Representación gráfica del análisis de amenaza por frecuencia de incendios.

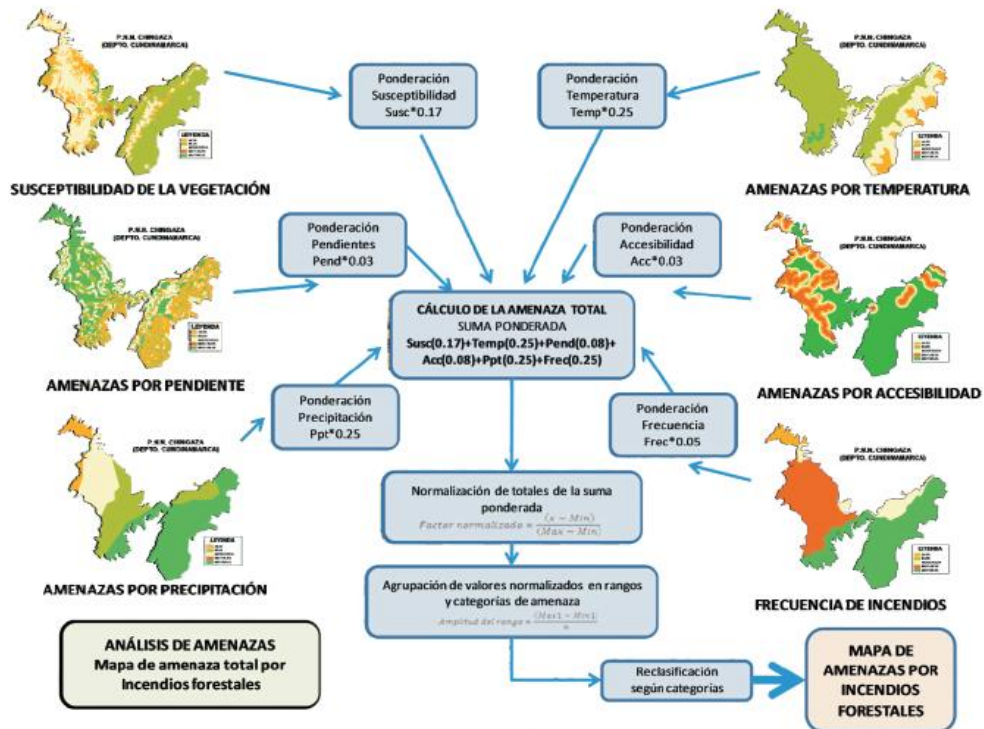
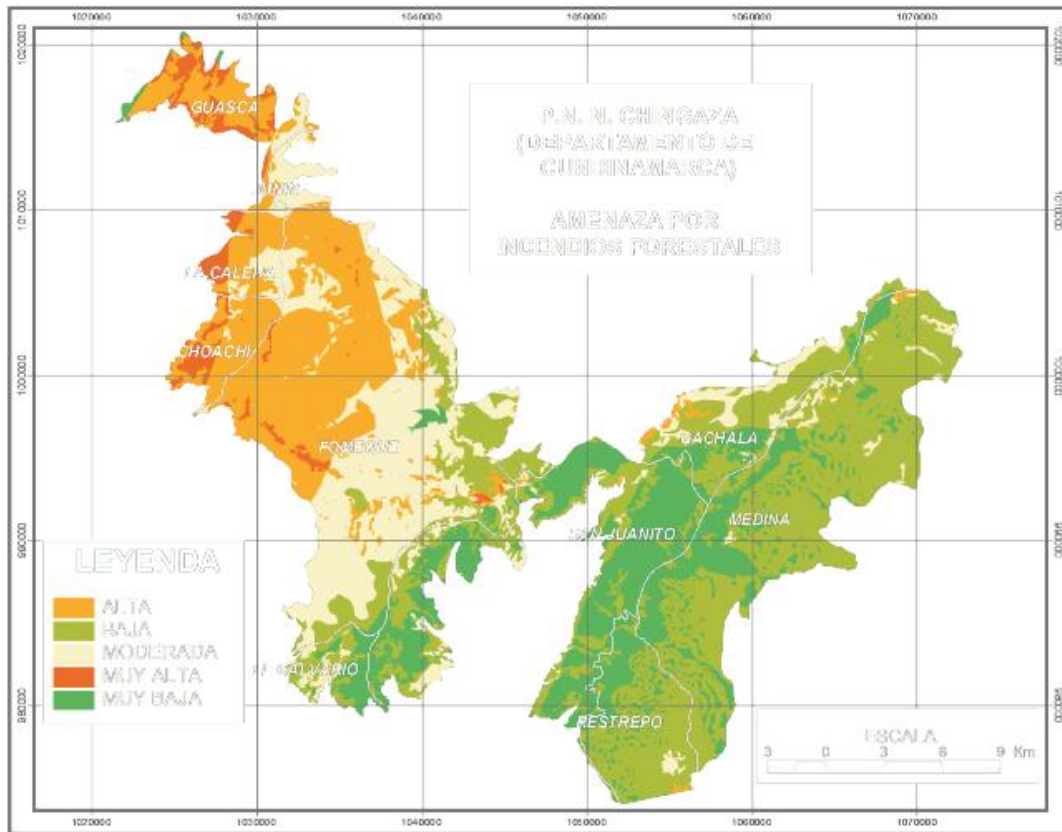


Figura 11.11: Representación gráfica del análisis de amenaza total.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Mapa 8: Mapa de amenaza por incendios forestales, P.N.N Chingaza departamento de Cundinamarca.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

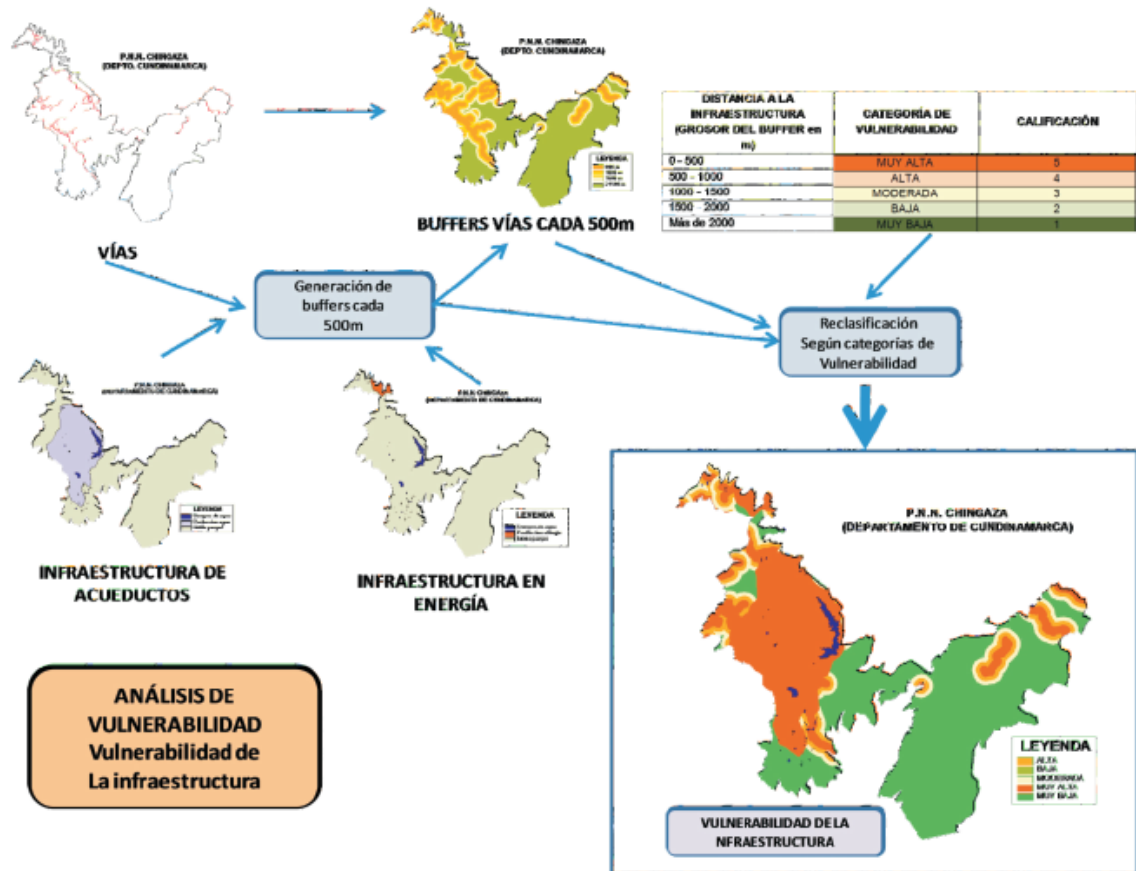


Figura 11.12: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad de la infraestructura.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

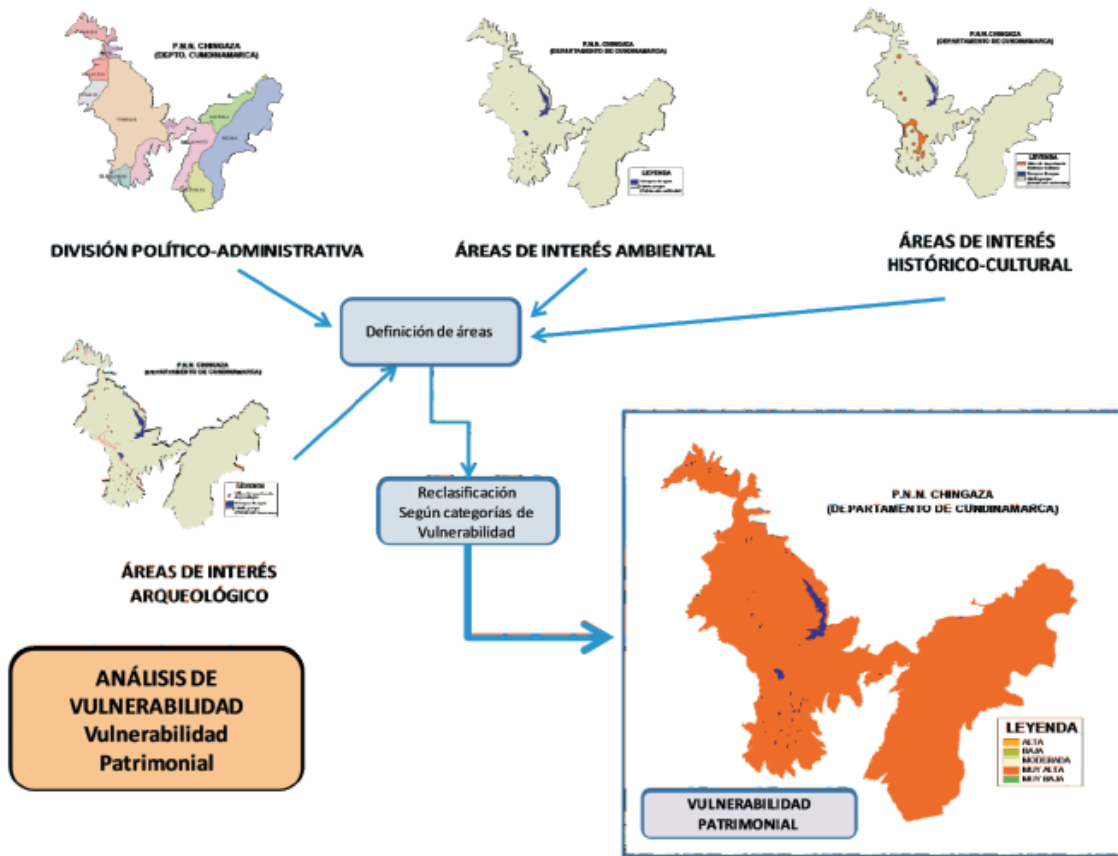


Figura 11.13: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad patrimonial.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

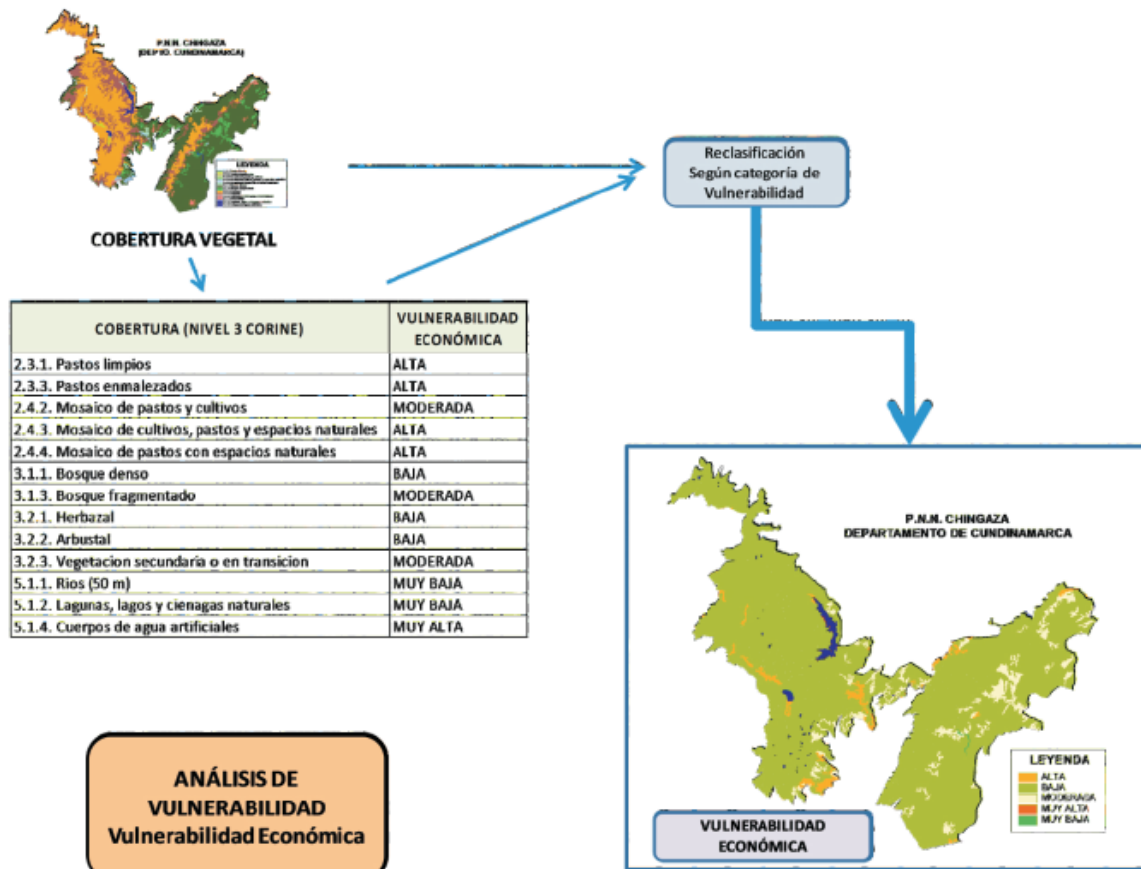


Figura 11.14: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad económica.

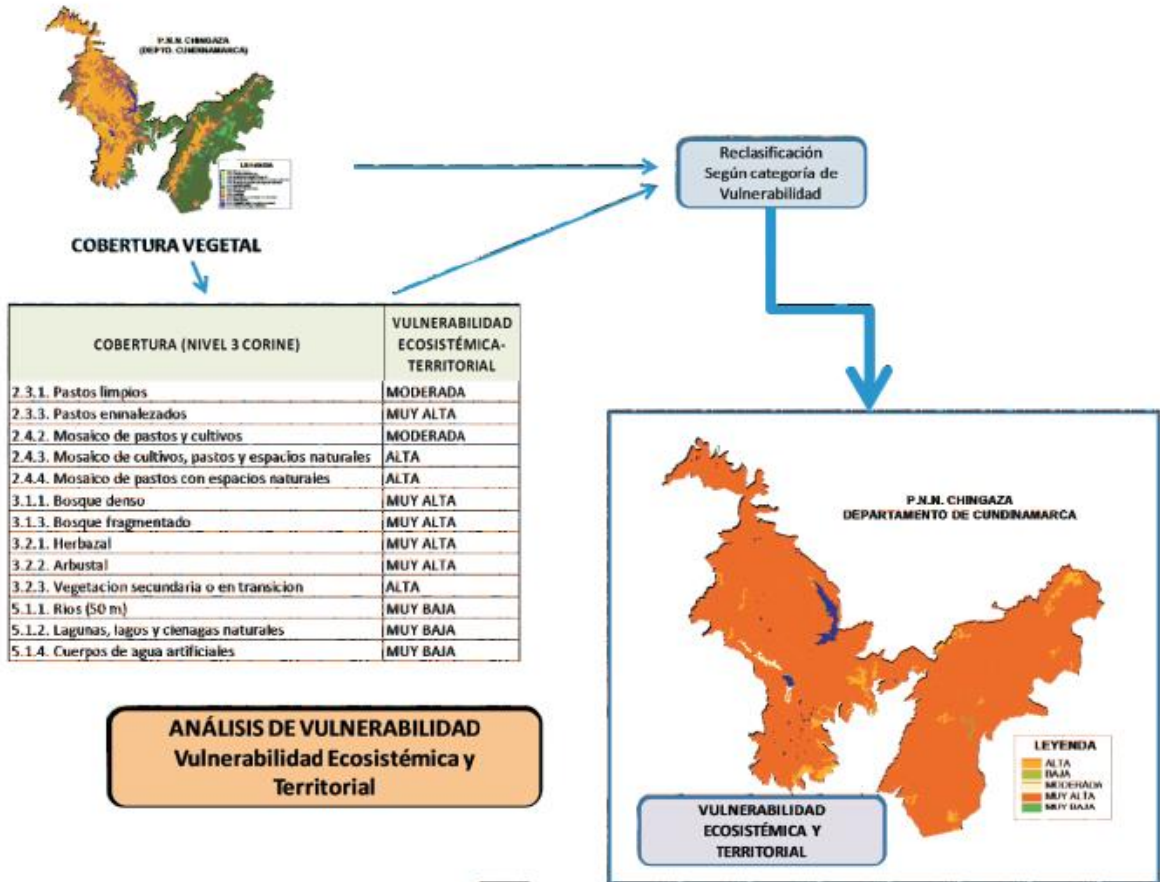


Figura 11.15: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad ecosistémica y territorial.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

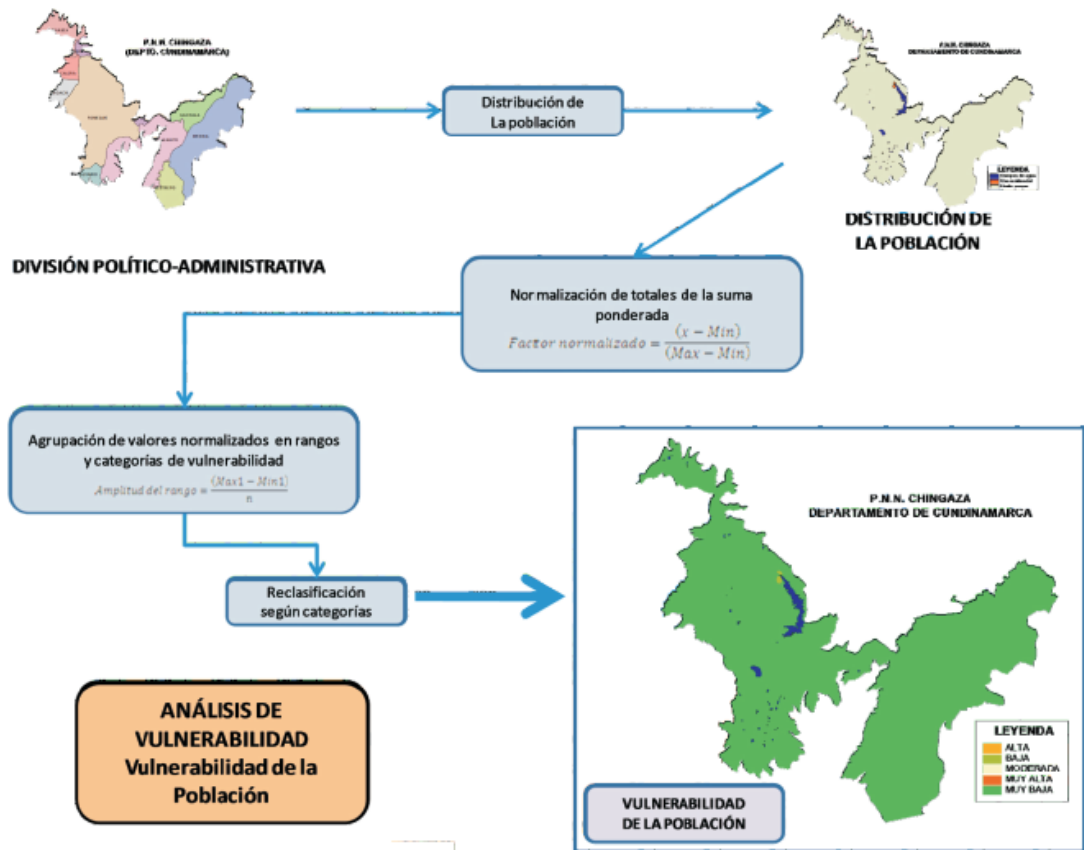


Figura 11.16: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad de la población.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

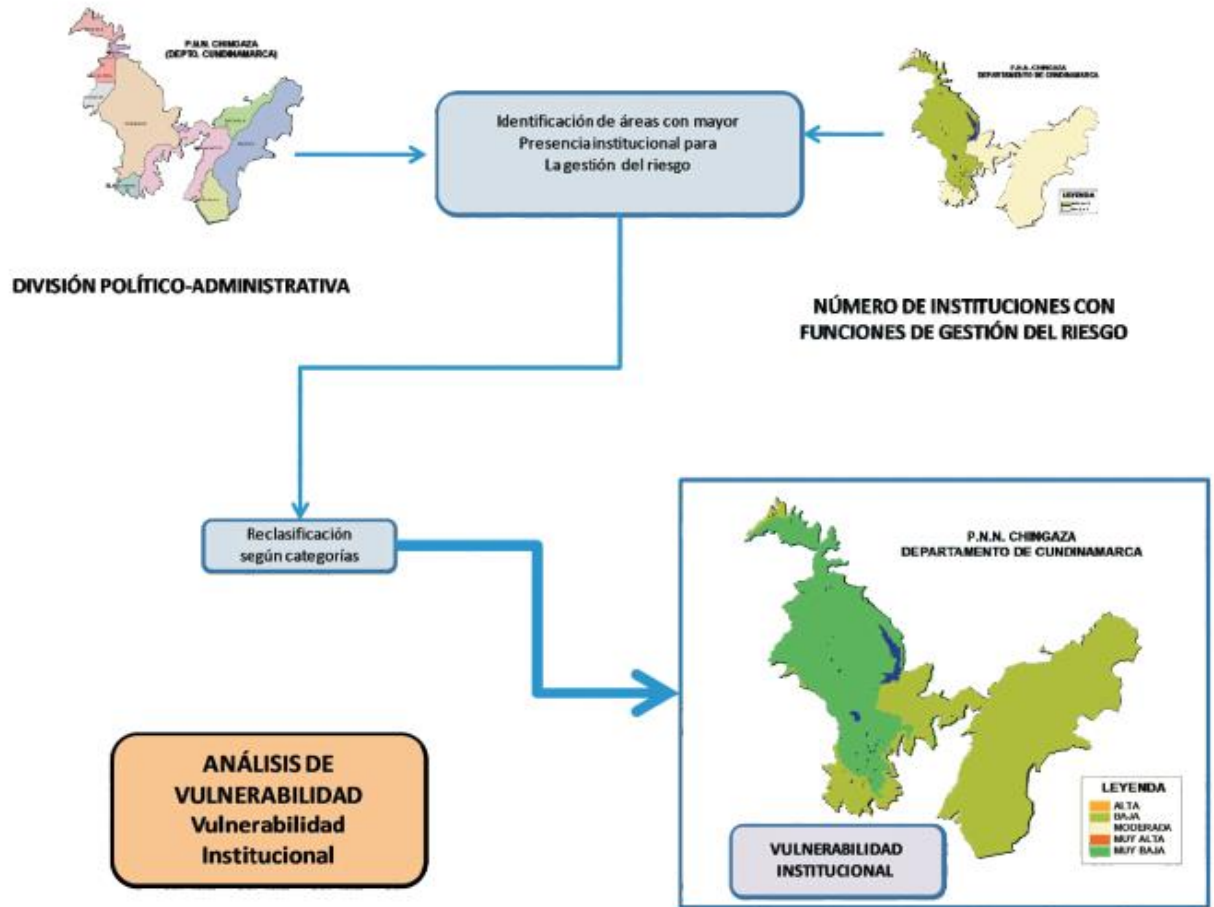


Figura 11.17: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad institucional.

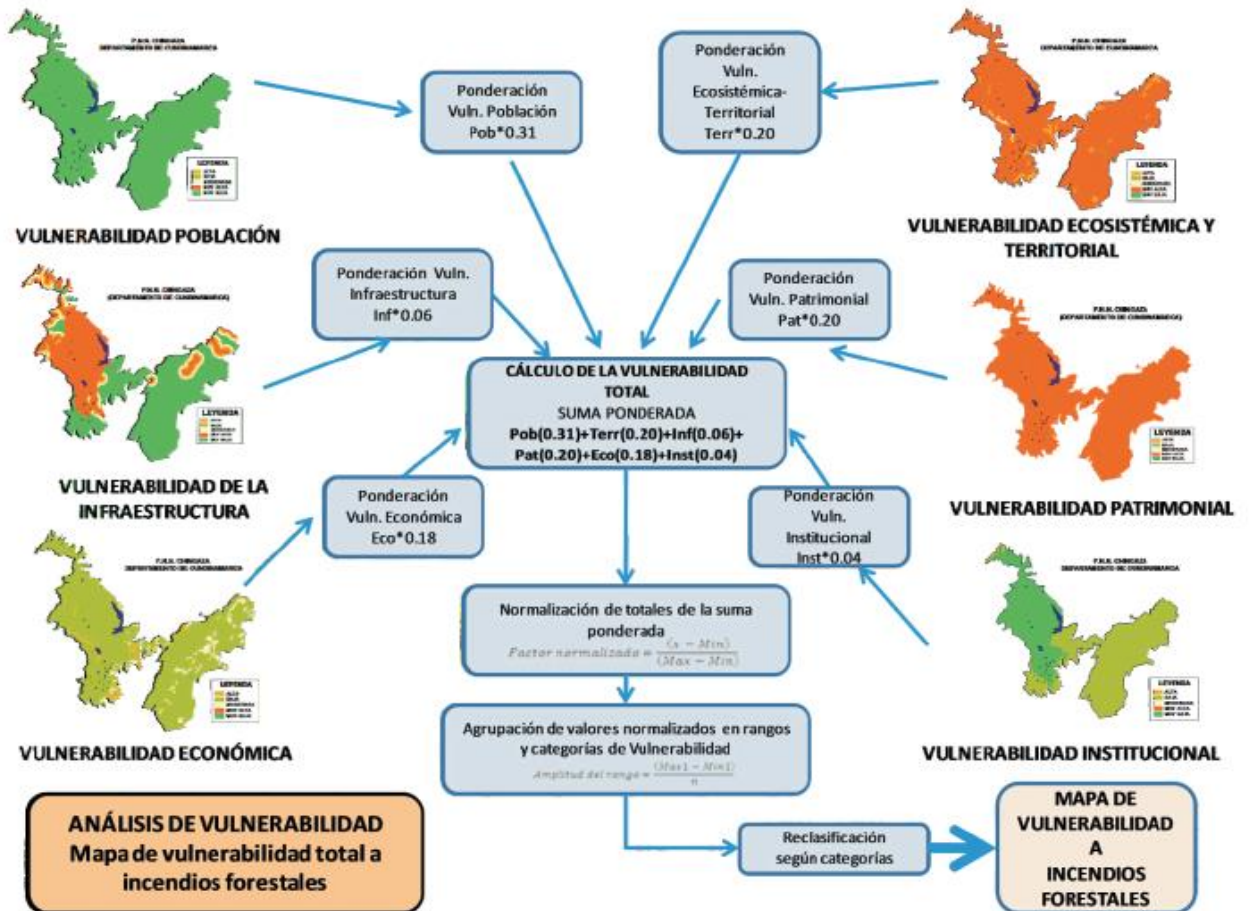
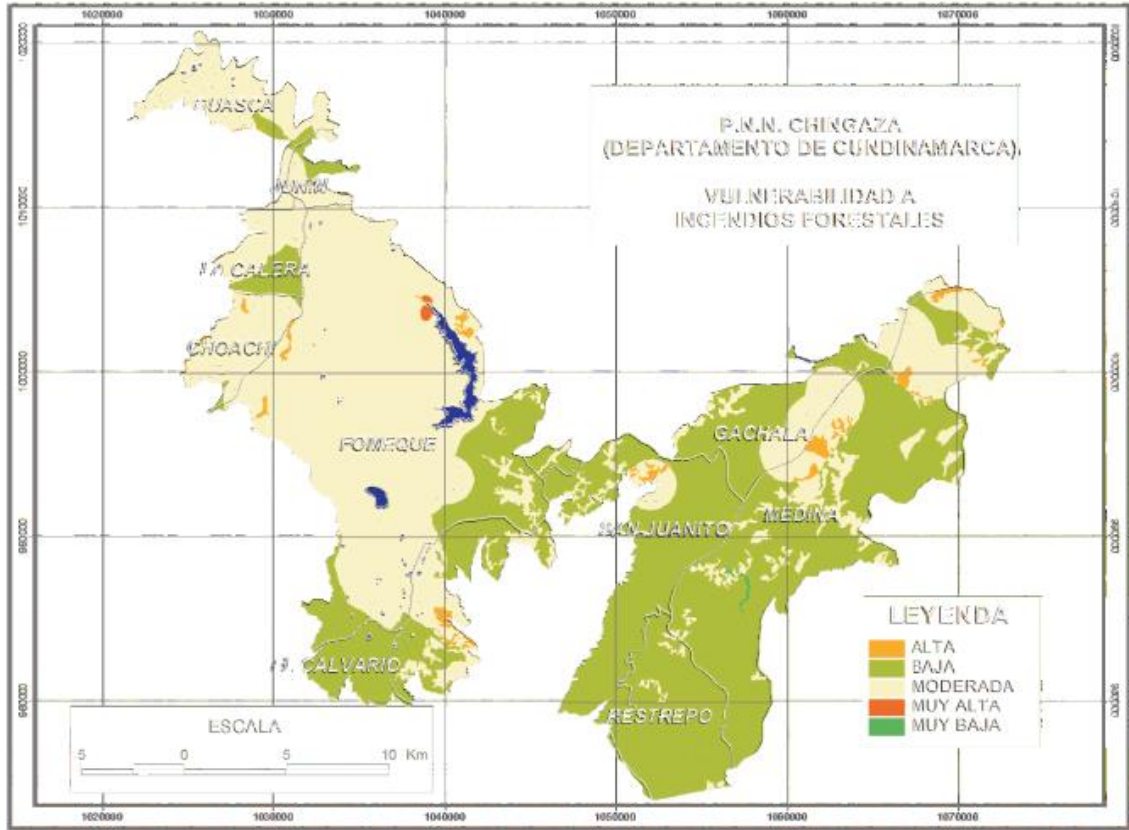


Figura 11.18: Representación gráfica del análisis de vulnerabilidad total.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Mapa 9: Mapa de vulnerabilidad a incendios forestales, P.N.N Chingaza, departamento de Cundinamarca.

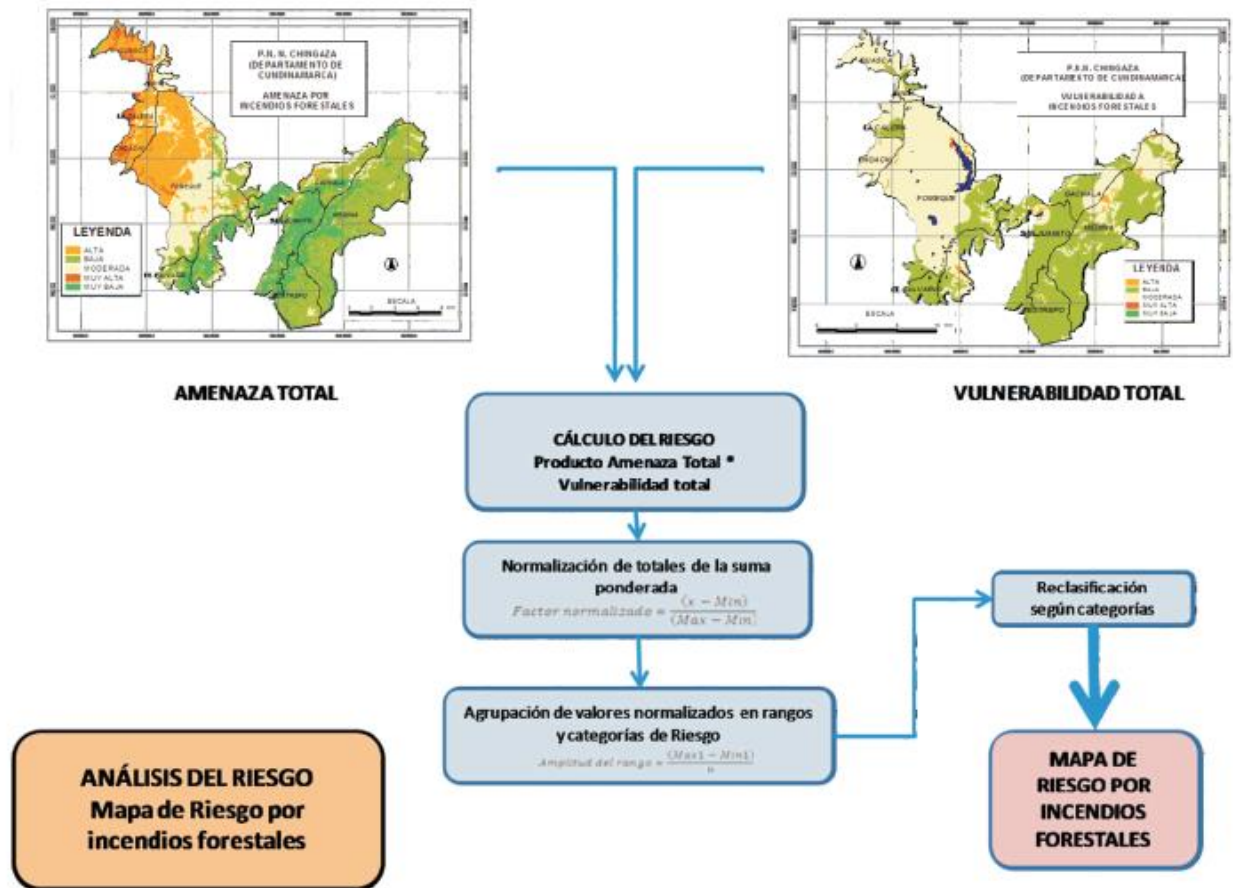
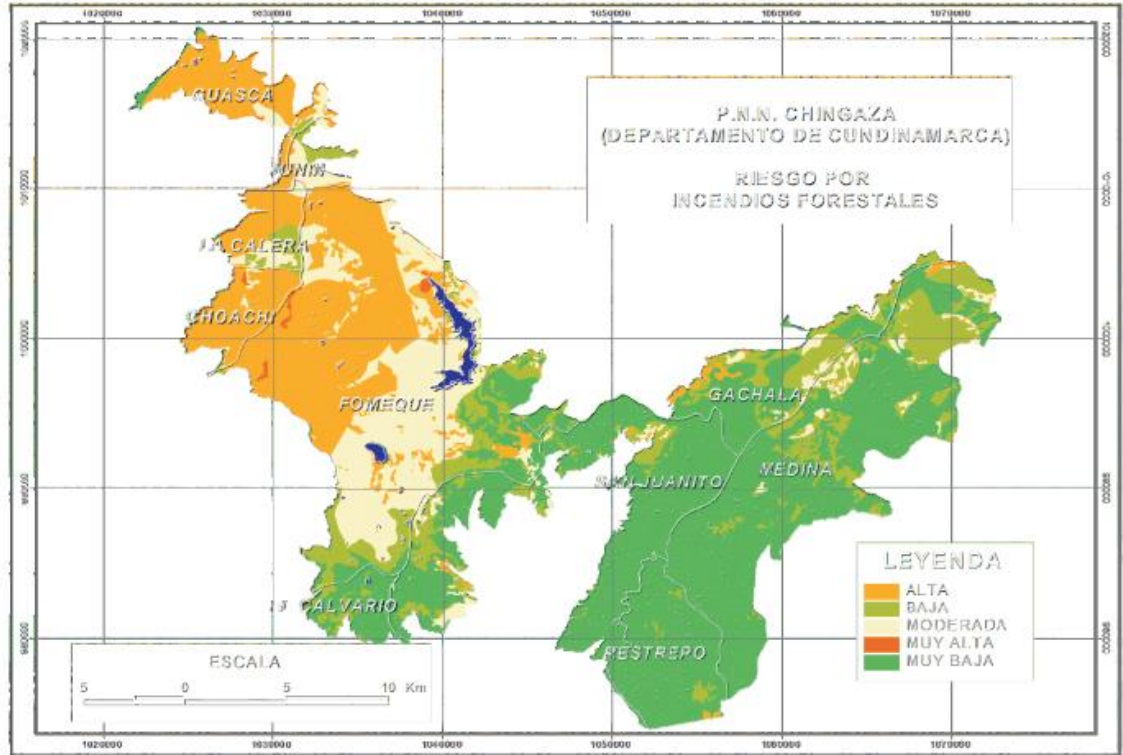


Figura 11.19: Representación gráfica del procedimiento para el análisis de riesgo.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Mapa 10: Mapa de riesgo por incendios forestales, P.N.N Chingaza, departamento de Cundinamarca.



BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, Richard. 2006 *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los cultivos de agua en los cultivos.* Estudio FAO Riego y Drenaje. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación & Utah State University. En: Página virtual FAO. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>. Consulta mayor 20, 2014.

AMATA, J. 2009. *Estimación mensual de emisiones por biomasa quemada para Colombia basado en imágenes de satélite.* [Tesis Doctoral]. Universidad de Alcalá. Madrid.

ARIZA et all., 1996. *Control de calidad del proceso de clasificación de imágenes de satélite.* Revista Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Universidad de Jaén.

ARMENTEROS, D. GONZÁLEZ, F. & FRANCO, C. 2009. *Distribución geográfica y temporal de incendios en Colombia utilizando datos de anomalías térmicas.* Caldasia 31(2), 303-318.

BASTARRIKA, A. CHUVIECO, E. & MARTINS, M. 2008. *Comparación de productos de área quemada obtenidos mediante imágenes de satélite en la península ibérica.* Espacio, Tiempo y Forma. Serie VI, Nueva época. Geografía, No. 1, 2008.

BERNAL TORO, et all. 2011. *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Tomo I. PNUMA – Universidad Autónoma de Occidente – Red Colombiana de Formación.* Bogotá D.C., Colombia.

BISHOP, Y.M.M, FIENBERG, S.E, HOLLAND, P.W. 1977. *Discrete multivariate analysis: Theory and practice.* Cambridge, Massachussets: MIT Press.

BOULANDIER, José Javier et all. 2001. *Manual de extinción de incendios. Capítulo 10: Comportamiento del fuego forestal.* Bomberos de Navarra. Navarra, España. <http://www.bomberosdenavarra.com/index.php?m=56&id=7&pagina=1>

BRUN SORRIBAS, Carlos. 2011. *Modelos de vientos aplicados en la mejora en la predicción de incendios forestales.* Trabajo de investigación. Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos. Escuela de Ingeniería. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

CHUVIECO, E., MARTÍ, M. & VENTURA, G. 2008. *Evaluación de imágenes NOAA-AVHRR Y TERRA-MODIS para cartografía regional de áreas quemadas.* Universidad de Alcalá -C/ Colegios. 29 N.º 28 - Junio 2008.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

CNAPMIF. 2002. *Plan nacional de prevención control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas.* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C., Colombia.

CONIF-MAVDT. 2008. *Guía para la formulación de planes de contingencia en incendios forestales.* Bogotá. Colombia.

DANE. 2005. *Censo nacional de Población y Vivienda.* Censo General 2005. Bogotá.

DI BELLA, C.M., POSSE, G. M., BEGET, E., FISCHER, M.A., MARI, N., VERON, S. 2008. *La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones.* Ecosistemas 17(3):39-52.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS. 2012. *Vademecum Remer. Incendios.* <http://www.proteccioncivil.org/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum12/vdm010.htm#1009d>. Página virtual. Gobierno de España. Ministerio del Interior.

EASTMAN, R. 2004. *IDRISI ANDES, Guía para SIG y procesamiento de imágenes.* Clark University.

FAO. 2003. *Manejo del Fuego: principios y acciones estratégicas. Directrices de carácter voluntario para el manejo del fuego.* Documento de Trabajo sobre el Manejo del Fuego No.17. Roma <http://wist.echo.nasa.gov> <http://www.worldclim.org/>

GARCÍA DE PEDRAZA, Lorenzo y GARCÍA VEGA, María Pilar. 2014. *La meteorología y los incendios forestales.* En: Hojas Divulgadoras. No. 14/87 HD. Instituto Nacional de Meteorología. Ciudad Universitaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

GIROZ G., Gerardo. 1975. *Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales.* Revista Bosque. Vol. 1. No. 1.

<http://wist.echo.nasa.gov>

<http://www.worldclim.org/>

ICONA, 2014. *Manual de formación para la lucha contra incendios. España.* En: [pagina virtual Agrupación de Voluntarios. Protección Civil Málaga.](http://www.proteccioncivilmalaga.com/) [http://www.proteccioncivilmalaga.com/.](http://www.proteccioncivilmalaga.com/)

IDEAM. 2006. *Atlas de viento y energía eólica de Colombia.* Ministerio de Minas y energía. Bogotá D.C., Colombia.

IDEAM, IAvH, IGAC, IIAP, INVEMAR, SINCHI. 2007. *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.* Mapa y Memoria Técnica.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

IDEAM - CONIF. 2009. *Desarrollo del Mapa Nacional de Zonificación de Riesgo a Incendios de la Cobertura Vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones.* Informe final. Bogotá.

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.

LUNETTA, R. & LYON, G. 2004. (Ed) *Remote sensing and GIS accuracy assessment* CRC PRESS, Boca Ratón.

MOSCOVICH, Fabio et all. 2014. *Manual de manejo del fuego y control de incendios forestales.* En: Página virtual del Ministerio de Agricultura. Argentina. <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/forestacion/manuales/manual%20de%20incendios%20baja.pdf>. Consulta: abril 20.

NWS. 2014. *La escala de la fuerza de los vientos de Beaufort.* En: Página virtual Servicio nacional de meteorología de los estados unidos. http://www.srh.noaa.gov/srh/jetstream_sp/oceano/beaufort_sp_max.htm. Consulta: mayo 14.

OPAZO, S. & CHUVIECO, E. 2007. *Utilización de productos MODIS para la cartografía de áreas quemadas.* Universidad de Alcalá -C/ Colegios. 28 N° 27 - Junio 2007.

PALACIO PRIETO, et all. 2004. *Indicadores para la caracterización y el ordenamiento territorial. Indicadores del Subsistema social y urbano-regional.* Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Mexico.

PÁRAMO, G.E. 2007. *Análisis, Diagnóstico y Elaboración del mapa de susceptibilidad a los incendios de la Cobertura Vegetal en Colombia.* Contrato de Consultoría No. 2062372 (MAVDT-FONADE). Informe Final.

PÁRAMO, G.E. 2010. *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal – Escala: 1:100.000.* Subdirección de Bosques - IDEAM. Bogotá. Colombia.

QUÍLEZ MORAGA, Raúl. 2014. *Curso avanzado de extinción de incendios forestales. Comportamiento del fuego.* Formación brigadas rurales de emergencia. Consorcio de Bomberos de Valencia. España. En: http://api.ning.com/files/4zDRwQPj*vwswDhxOEsDE2W99OBpqy04xeiAXfWcCunjxf1*dpgyGZswXf7pc-H7EOD0C4xb-Ofepvdk8dlju2DrhEpYpZ2/Tema1ComportamientoextremodelfuegoCursoavanzadol.F0.pdf. Consulta: abril 12.

ROY, D.P., BOSCHETTI, L., JUSTICE, C.O., JU, J. 2008. *The Collection 5 MODIS Burned Area Product – Global Evaluation by Comparison with the MODIS Active Fire Product.* Remote Sensing of Environment, 112, 3690-3707. (PDF file, 4.5MB).



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

ROY, D.P., JIN, Y., LEWIS, P.E., JUSTICE, C.O. 2005. *Prototyping a global algorithm for systematic fire-affected area mapping using MODIS time series data*. Remote Sensing of Environment, 97:137-162. (PDF file, 4MB)

ROY, D.P., LEWIS, P.E., JUSTICE, C.O. 2002. *Burned area mapping using multi-temporal moderate spatial resolution data - a bi-directional reflectance model-based expectation approach*. Remote Sensing of Environment, 83:263-286. (PDF file, 2.3 MB).

SERRADA, R. 2008. *Apuntes de Silvicultura. Capítulo IV: Influencia de los factores ecológicos en la vegetación*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid.

SIACHOQUE et al. 2002. *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Zonificación agroecológica de Colombia*. IGAC, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Bogotá, Colombia.

SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES DE COLOMBIA. 2010. *Reportes de incendios forestales en Colombia (diciembre de 2009 a febrero de 2010)*. En: <http://www.sigpad.gov.co/>

SQUEO, Francisco y LEÓN, Mario. 2007. *Fisiología Vegetal Capítulo III: Transpiración*. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. En: Página virtual de la Universidad de La Serena. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Transpiracion.pdf>. Consulta: mayo 21.

UNISON. 2014. *Evapotranspiración*. En: Página virtual Departamento de Geología. Universidad de Sonora. En: Página virtual Universidad de Sonora. <http://www.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/EVAP.htm>. Consulta: mayo 20.

UNIVERSIDAD DE MARYLAND. 2010. *MODIS active fire product* En: <http://modis-fire.umd.edu/index.html>.

UPME - IDEAM. 2005. *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. Ministerio de Minas y Energía -Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) Bogotá: Colombia.



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

ANEXO 2

ANEXOS AJUSTADOS DEL “PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MAPAS DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS A INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL. ESCALA 1:100.000



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



ANEXO 1. LEYENDA DE CLASIFICACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL SEGÚN EL SISTEMA CORINE LAND COVER PARA COLOMBIA (IDEAM, IGAC, IAVH, SINCHI, IAP, INVEMAR 2010)

NIVEL						
1	2	3	4	5	6	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo				
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo				
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales			
			1.2.1.2. Zonas comerciales			
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados			
			1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados			
		1.2.3. Zonas portuarias	1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales			
			1.2.3.2. Zonas portuarias marítimas			
		1.2.4. Aeropuertos	1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada			
	1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada					
	1.2.5. Obras hidráulicas					
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	1.3.1.1. Otras explotaciones mineras			
			1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos			
			1.3.1.3. Explotación de carbón			
			1.3.1.4. Explotación de oro			
			1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción			
			1.3.1.6. Explotación de sal			
1.3.1.7. Explotación de esmeraldas						

NIVEL						
1	2	3	4	5	6	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.3. Zonas de extracción minera y escombrera	1.3.2. Zona de disposición de residuos	1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto			
			1.3.2.2. Escombreras			
			1.3.2.3. Vertederos			
			1.3.2.4. Relleno sanitario			
	1.4. Zonas verdes artificializadas no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas		
				1.4.1.2. Parques cementerios		
				1.4.1.3. Jardines botánicos		
				1.4.1.4. Zoológicos		
				1.4.1.5. Parques urbanos		
				1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas		
		1.4.2. Instalaciones recreativas	1.4.2. Instalaciones recreativas	1.4.2.1. Áreas culturales		
				1.4.2.2. Áreas deportivas		
				1.4.2.3. Áreas turísticas		
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios				
		2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz			
			2.1.2.2. Maíz			
			2.1.2.3. Sorgo			
			2.1.2.4. Cebada			
			2.1.2.5. Trigo			
		2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	2.1.3.1. Algodón			
			2.1.3.2. Ajonjolí			
			2.1.3.3. Frijol			
			2.1.3.4. Soya			
			2.1.3.5. Maní			

NIVEL



1	2	3	4	5	6
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.4. Hortalizas	2.1.4.1. Cebolla		
			2.1.4.2. Zanahoria		
			2.1.4.3. Remolacha		
		2.1.5. Tubérculos	2.1.5.1. Papa		
			2.1.5.2. Yuca		
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos		
			2.2.1.2. Caña		
			2.2.1.3. Plátano y banano		
			2.2.1.4. Tabaco		
			2.2.1.5. Papaya		
			2.2.1.6. Amapola		
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos		
			2.2.2.2. Café		
			2.2.2.3. Cacao		
			2.2.2.4. Viñedos		
			2.2.2.5. Coca		
		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos		
			2.2.3.2. Palma de aceite		
			2.2.3.3. Cítricos		
			2.2.3.4. Mango		
		2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados		
			2.2.4.2. Cultivos y árboles plantados		
		2.2.5. Cultivos confinados			

NIVEL						
1	2	3	4	5	6	
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios				
		2.3.2. Pastos arbolados				
		2.3.3. Pastos enmalezados				
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos				
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos				
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales				
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales				
		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales				
	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3.1.1.1.1. bosque denso alto de tierra firme	
3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable					3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	
					3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	
3.1.1.2. Bosque denso bajo				3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.1.1.2.1.1. Caatingas	
					3.1.1.2.1.2. Bosque enano del Caribe	
3.1.1.2.2. Bosque denso altoandino						
3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable						

NIVEL							
1	2	3	4	5	6		
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1. Bosques	3.1.2. Bosque abierto	3.1.2.1. Bosque abierto alto	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme			
				3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable			
				3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme			
				3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable			
		3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos				
			3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria				
		3.1.4. Bosque de galería y ripario					
		3.1.5. Plantación forestal	3.1.5.1. Plantación de coníferas				
			3.1.5.1. Plantación de latifoliadas				
		3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	
	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado						
	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos						
	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable				3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado		
					3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado		
	3.2.1.1.3. Arracachal						
	3.2.1.1.4. Helechal						

NIVEL						
1	2	3	4	5	6	
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.2. Herbazal abierto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso		
				3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso		
		3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso			
			3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo		
				3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo		
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta			
		3.2.3.2. Vegetación secundaria baja				
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.1.1. Playas			
			3.3.1.2. Arenales			
			3.3.1.3. Campos de dunas			
		3.3.2. Afloramientos rocosos				
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas				
		3.3.4. Zonas quemadas				
		3.3.5. Zonas glaciares y nivales	3.3.5.1. Zonas glaciares			
3.3.5.2. Zonas nivales						
4. AREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Zonas Pantanosas				
		4.1.2. Turberas				
		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua				
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros				
		4.2.2. Salitral				
		4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar				

NIVEL						
1	2	3	4	5	6	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)				
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales				
		5.1.3. Canales				
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	5.1.4.1. Embalses			
	5.1.4.2. Lagunas de oxidación					
	5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental					
	5.2. Aguas marítimas	5.2.1. Lagunas costeras				
		5.2.2. Mares y océanos	5.2.2.1. Otros fondos marinos			
			5.2.2.2. Fondos coralinos someros			
			5.2.2.3. Praderas de pastos marinos someras			
			5.2.2.4. Fondos someros de arenas y cascajo			
	5.2.3. Estanques para acuicultura marina					



ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE VEGETAL PARA LAS CATEGORÍAS DEL NIVEL 3 DEL SISTEMA CORINE LAND COVER PARA COLOMBIA (VER: IDEAM, IGAC, IAVH, SINCHI, IAP, INVEMAR 2010)

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER -NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN TIPO DE COMBUSTIBLE	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE
Tejido urbano continuo	111	Áreas urbanas	0	Áreas urbanas	0	Áreas urbanas	0
Zonas industriales o comerciales	121	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	122	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas portuarias	123	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Aeropuertos	124	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Obras hidráulicas	125	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas de extracción minera	131	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas de disposición de Residuos	132	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas verdes urbanas	141	Pastos	5	1 hora	1	<1 ton/ha	1
Instalaciones recreativa	142	Pastos	5	1 hora	1	1-50 ton/ha	2
Otros cultivos transitorios	211	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Cereales	212	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Oleaginosas y leguminosas	213	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Hortalizas	214	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Tubérculos	215	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Cultivos permanentes herbáceos	221	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER -NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN TIPO DE COMBUSTIBLE	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE
Cultivos permanentes arbustivos	222	Arbustos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Cultivos permanentes arbóreos	223	Arboles	1	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Cultivos agroforestales	224	Pastos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Cultivos confinados	225	Hierbas	4	1 hora	1	1-50 ton/ha	2
Pastos limpios	231	Pastos	5	1 hora	1	1-50 ton/ha	2
Pastos arbolados	232	Pastos	5	1 hora	1	1-50 ton/ha	2
Pastos enmalezados	233	Pastos	5	1 hora	1	1-50 ton/ha	2
Mosaico de cultivos	241	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Mosaico de pastos y cultivos	242	Pastos/hierbas	5	10 horas	2	1-50 ton/ha	2
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243	Pastos/hierbas/arboles/arbustos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Mosaico de pastos con espacios naturales	244	Pastos/hierbas/árboles/arbustos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Mosaico de cultivos y espacios naturales	245	Pastos/hierbas/árboles/arbustos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Bosque denso	311	Arboles	1	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Bosque abierto	312	Arboles	1	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Bosque fragmentado	313	Arboles	2	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Bosque de galería y ripario	314	Arboles	1	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Plantación forestal	315	Arboles	1	100 horas	3	>100 ton/ha	4
Herbazal	321	Hierbas	4	10 horas	2	1-50 ton/ha	2

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER -NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN TIPO DE COMBUSTIBLE	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE
Arbustal	322	Arbustos	3	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Vegetación secundaria o en Transición	323	Arboles/arbustos	2	10 horas	2	50-100 ton/ha	3
Zonas arenosas naturales	331	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas arenosas naturales	331	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas arenosas naturales	331	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Afloramientos rocosos	332	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Tierras desnudas y degradadas	333	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas quemadas	334	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas glaciares y nivales	335	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Zonas Pantanosas	411	Hierbas	4	1 hora	1	1 – 50 ton/ha	2
Turberas	412	Hierbas	4	1 hora	1	1 – 50 ton/ha	2
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	413	Hierbas	4	1 hora	1	1 – 50 ton/ha	2
Pantanos costeros	421	Hierbas/arbustos	3	1 hora	1	1 – 50 ton/ha	2
Salitral	422	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Sedimentos expuestos en Bajamar	423	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Ríos (50 m)	511	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER -NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN TIPO DE COMBUSTIBLE	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE	CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE
Canales	513	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Cuerpos de agua artificiales	514	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Lagunas costeras	524	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Mares y océanos	522	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0
Estanques para acuicultura marina	523	No combustibles	0	No combustibles	0	No combustibles	0



**ANEXO 3. VULNERABILIDAD ECONÓMICA PARA LAS CATEGORÍAS DEL NIVEL 3 DEL SISTEMA CORINE LAND COVER
PARA COLOMBIA (IDEAM, IGAC, IAVH, SINCHI, IAP, INVEMAR 2010)**

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER - NIVEL 3)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	VULNERABILIDAD ECONÓMICA	CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD ECONÓMICA
Tejido urbano continuo	111	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Tejido urbano discontinuo	112	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Zonas industriales o comerciales	121	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	122	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Zonas portuarias	123	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Aeropuertos	124	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Obras hidráulicas	125	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Zonas de extracción minera	131	Zonas mineras, industriales, comerciales	4
Zonas de disposición de residuos	132	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	4
Zonas verdes urbanas	141	Zonas naturales y de conservación	2
Instalaciones recreativa	142	Zonas naturales y de conservación	2
Otros cultivos transitorios	211	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Cereales	212	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Oleaginosas y leguminosas	213	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Hortalizas	214	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Tubérculos	215	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Cultivos permanentes herbáceos	221	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Cultivos permanentes arbustivos	222	Zonas agrícolas y ganaderas	5

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER -NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	VULNERABILIDAD ECONÓMICA	CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD ECONÓMICA
Cultivos permanentes arbóreos	223	Zonas forestales y de cultivos arbóreos	3
Cultivos agroforestales	224	Zonas forestales y de cultivos arbóreos	3
Cultivos confinados	225	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Pastos limpios	231	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Pastos arbolados	232	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Pastos enmalezados	233	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Mosaico de cultivos	241	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Mosaico de pastos y cultivos	242	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	243	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Mosaico de pastos con espacios naturales	244	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Mosaico de cultivos y espacios naturales	245	Zonas agrícolas y ganaderas	5
Bosque denso	311	Zonas naturales y de conservación	2
Bosque abierto	312	Zonas naturales y de conservación	2
Bosque fragmentado	313	Zonas naturales y de conservación	2
Bosque de galería y ripario	314	Zonas naturales y de conservación	2
Plantación forestal	315	Zonas forestales y de cultivos arbóreos	3
Herbazal	321	Zonas naturales y de conservación	2
Arbustal	322	Zonas naturales y de conservación	2
Vegetación secundaria o en transición	323	Zonas naturales y de conservación	2
Zonas arenosas naturales	331	Zonas naturales y de conservación	2
Afloramientos rocosos	332	Zonas naturales y de conservación	2
Tierras desnudas y degradadas	333	Zonas naturales y de conservación	2
Zonas quemadas	334	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	2

COBERTURA (CLASIFICACIÓN CORINE LAND COVER-NIVEL 3-)	CÓDIGO CORINE LAND COVER	VULNERABILIDAD ECONÓMICA	CALIFICACIÓN VULNERABILIDAD
Zonas glaciares y nivales	335	Zonas naturales y de conservación	2
Zonas Pantanosas	411	Zonas naturales y de conservación	2
Turberas	412	Zonas naturales y de conservación	2
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	413	Zonas naturales y de conservación	2
Pantanos costeros	421	Zonas naturales y de conservación	2
Salitral	422	Zonas naturales y de conservación	2
Sedimentos expuestos en bajamar	423	Zonas naturales y de conservación	2
Ríos (50 m)	511	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Canales	513	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Cuerpos de agua artificiales	514	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Lagunas costeras	524	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Mares y océanos	522	zonas urbanas, cuerpos de agua y otros	1
Estanques para acuicultura marina	523	Zonas naturales y de conservación	2



ANEXO 4. INFLUENCIA DEL FUEGO EN LOS ECOSISTEMAS CONTINENTALES Y MARINOS DE COLOMBIA, A PARTIR DE LA CUAL SE CALIFICA EL MAPA DE VULNERABILIDAD ECOLÓGICA (IDEAM, IAvH, IGAC, IIAP, INVEMAR, SINCHI. 2007)

Influencia	Bioma	Cobertura
No combustibles / sin influencia	Halobioma Caribe	Aguas continentales naturales
		Hidrofitia continental
		Lagunas costeras y estuarios
		Zonas desnudas
	Halobioma Pacífico	Aguas continentales superficiales
		Lagunas costeras y estuarios
	Helobioma Amazonia – Orinoquia	Afloramientos rocosos
		Aguas continentales naturales
	Helobios Andinos	Hidrofitia continental
		Aguas continentales naturales
	Helobioma Guajiro	Hidrofitia continental
		Aguas continentales naturales
		Zonas desnudas
	Helobioma Magdalena – Caribe	Aguas continentales naturales
		Hidrofitia continental
		Lagunas costeras y estuarios
		Zonas desnudas
	Helobioma Pacífico – Atrato	Aguas continentales naturales
		Hidrofitia continental
		Lagunas costeras y estuarios
	Helobioma Río Zulia	Aguas continentales naturales
	Helobioma Valle del Cauca	Aguas continentales naturales
	Litobioma Amazonia – Orinoquia	Afloramientos rocosos
		Aguas continentales naturales
	Orobioma Alto Andes	Aguas continentales superficiales
		Aguas continentales naturales
		Glaciares y nieves
		Zonas desnudas
	Orobioma Alto Andes Santa Marta	Aguas continentales naturales
		Glaciares y nieves
		Zonas desnudas
	Orobioma Bajo Andes	Aguas continentales artificiales
Aguas continentales naturales		
Zonas desnudas		
Orobioma Baudó – Darién	Aguas continentales naturales	
	Hidrofitia continental	
Orobioma Medio Andes	Aguas continentales artificiales	
	Aguas continentales naturales	
	Hidrofitia continental	
Orobioma San Lucas	Hidrofitia continental	
Orobioma Subandino Santa Marta – Macuira	Aguas continentales naturales	
	Zonas desnudas	
Orobioma Azonal – Cúcuta	Aguas continentales naturales	
	Zonas desnudas	
Orobioma Azonal Valle del Patía	Aguas continentales naturales	
	Zonas desnudas	
Peinobioma Amazonia – Orinoquia	Afloramientos rocosos	
	Hidrofitia continental	
	Zonas desnudas	
Zonobioma Alternohigrico / Subxerofitico Tropical Alto Magdalena	Aguas continentales artificiales	
	Aguas continentales naturales	



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Influencia	Bioma	Cobertura
No combustibles / sin influencia	Zonobioma Alternohigrico / Subxerofítico Tropical Valle del Cauca	Aguas continentales naturales
	Zonobioma Desierto Tropical Guajira – Santa Marta	Hidrofitia continental Zonas desnudas
	Zonobioma Húmedo Tropical Amazonia– Orinoquia	Hidrofitia continental Zonas desnudas
	Zonobioma Húmedo Tropical Catatumbo	Aguas continentales naturales
	Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena – Caribe	Hidrofitia continental
	Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico – Atrato	Zonas desnudas Hidrofitia continental
	Zonobioma Seco Tropical Caribe	Hidrofitia continental Zonas desnudas
Independientes del fuego	Halobioma Caribe	Áreas urbanas Bosques naturales Herbáceas y arbustivas costeras
	Halobioma Pacifico	Áreas urbanas Bosques naturales
	Helobioma Amazonia – Orinoquia	Áreas urbanas
	Helobioma Guajiro	Arbustales
	Helobioma Magdalena – Caribe	Áreas mayormente alteradas Áreas urbanas
	Helobioma Pacífico Atrato	Áreas urbanas
	Helobioma Valle del Cauca	Áreas urbanas
	Litobioma Amazonia – Orinoquia	Áreas urbanas
	Orobioma _i Altos Andes	Áreas mayormente alteradas
		Áreas urbanas
		Arbustales Herbazales
	Orobioma Alto Andino Santa Marta	Arbustales
		Bosques naturales Herbazales
		Pastos
	Orobioma Bajo Andes	Áreas Mayormente alteradas Áreas urbanas
	Orobioma Medio Andes	Áreas Mayormente alteradas
		Áreas urbanas
	Orobioma Subandino Santa Marta – Macuira	Áreas Mayormente alteradas Áreas urbanas
	Orobioma Azonal Cucuta	Áreas urbanas
	Orobioma Azonal Río Dagua	Herbazales
	Orobioma Azonal Río Sogamoso	Herbazales
	Peinobioma Amazonia – Orinoquia	Áreas urbanas
	Zonobioma Alternohídrico / Subxerofítico Tropical Alto Magdalena	Áreas mayormente alteradas
		Áreas urbanas
	Zonobioma Alternohidrico / Subxerofítico Tropical Valle del Cauca	Áreas urbanas
	Zonobioma Desierto Tropical Guajira Santa Marta	Áreas urbanas
		Arbustales
Herbazales		
Herbáceas y arbustivas costeras		
Vegetación Secundaria		
Zonobioma Húmedo Tropical Amazonia – Orinoquia	Áreas urbanas	
Zonobioma Húmedo Tropical Catatumbo	Áreas urbanas	



Influencia	Bioma	Cobertura	
Independientes del fuego	Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena – Caribe	Áreas urbanas	
	Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico – Atrato	Áreas urbanas	
	Zonobioma Sub Tropical Caribe		Áreas urbanas
			Arbustales
Herbazales			
Herbáceas y arbustivas costeras			
Sensibles al fuego	Halobioma Caribe	Arbustales	
		Bosques naturales	
		Herbazales	
		Pastos	
	Halobioma Pacífico		Vegetación secundaria
			Bosques naturales
			Herbáceas y arbustivas costeras
			Vegetación secundaria
	Helobioma Amazonia – Orinoquia		Arbustales
			Bosques naturales
			Bosques plantados
			Vegetación secundaria
	Helobios Andinos		Bosques plantados
			Cultivos semipermanentes y permanentes
			Pastos
			Vegetación secundaria
	Helobioma Guajiro		Áreas agrícolas heterogéneas
			Bosques naturales
			Herbazales
			Vegetación secundaria
	Helobioma Magdalena - Caribe		Áreas agrícolas heterogéneas
			Arbustales
			Bosques naturales
			Bosques plantados
	Helobioma Pacífico – Atrato		Herbáceas y arbustivas costeras
			Pastos
			Vegetación secundaria
			Bosques naturales
	Helobioma Río Zulia		Pastos
			Bosques plantados
			Pastos
			Vegetación secundaria
	Helobioma Valle del Cauca		Bosques naturales
			Bosques plantados
Pastos			
Vegetación secundaria			
Litobioma Amazonia – Orinoquia		Arbustales	
		Bosques naturales	
		Bosques plantados	
		Vegetación secundaria	
Orobioma Alto Andes		Bosques naturales	
		Bosques plantados	
		Pastos	
		Vegetación secundaria	
Orobioma Alto Andino Santa Marta		Vegetación secundaria	
		Arbustales	
		Bosques naturales	
		Herbazales	
Orobioma Andino Santa Marta		Pastos	
		Vegetación secundaria	
		Bosques naturales	
		Bosques plantados	
Orobioma Bajo Andes		Pastos	
		Vegetación secundaria	
		Bosques naturales	
		Arbustales	



Influencia	Bioma	Cobertura
Sensibles al fuego	Orobioma Baudó Darien	Bosques naturales Vegetación secundaria
	Orobioma Macarena	Arbustales
		Bosques naturales
		Herbazales
	Orobioma Medio Andes	Pastos
		Arbustales
		Bosques naturales
		Bosques plantados
		Herbazales
	Orobioma San Lucas	Pastos
		Vegetación secundaria
		Bosques naturales
		Herbazales
	Orobioma Subandino Santa Marta – Macuira	Pastos
		Vegetación secundaria
		Arbustales
		Bosques naturales
		Herbazales
	Orobioma Azonal Cúcuta	Pastos
		Vegetación secundaria
		Arbustales
		Bosques naturales
	Orobiomaima Azonal río Sogamoso	Herbazales
		Pastos
		Vegetación secundaria
		Bosques naturales
	Orobioma Azonal Valle del Patia	Arbustales
		Bosques naturales
Herbazales		
Pastos		
Vegetación secundaria		
Peinobioma Amazonia – Orinoquia	Arbustales	
	Bosques naturales	
	Bosques plantados	
Zonobioma Alternohigrico / Subxerofitico Tropical Alto Magdalena	Arbustales	
	Bosques naturales	
	Herbazales	
Zonobioma Alternohigrico / Subxerofitico Tropical Valle del Cauca	Pastos	
	Bosques plantados	
Zonobioma Desierto Tropical Guajira – Santa Marta	Vegetación secundaria	
	Áreas agrícolas heterogéneas	
Zonobioma Húmedo Tropical Amazonia – Orinoquia	Bosques naturales	
	Arbustales	
Zonobioma Húmedo Tropical Catatumbo	Bosques naturales	
	Pastos	
	Vegetación secundaria	
Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena – Caribe	Arbustales	
	Bosques naturales	
	Bosques plantados	
	Herbazales	
Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico – Atrato	Herbáceas y arbustivas costeras	
	Bosques naturales	
	Herbáceas y arbustivas costeras	
	Pastos	
		Vegetación secundaria



Influencia	Bioma	Cobertura
Sensibles al fuego	Bosque Seco Tropical Caribe	Bosques plantados
		Pastos
		Vegetación secundaria
Influídos por el fuego	Halobioma Caribe	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Halobioma Pacífico	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Helobioma Amazonia – Orinoquia	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Helobios Andinos	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
	Helobioma Magdalena- Caribe	Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
		Herbazales
	Helobioma Pacífico – Atrato	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Helobioma río Zulia	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
	Helobioma Valle del Cauca	Cultivos semipermanentes y permanentes
		Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
	Orobioma Alto Andes	Cultivos semipermanentes y permanentes
		Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
	Orobioma Altoandino Santa Marta	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Orobioma Bajo Andes	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Orobioma Baudó Darién	Áreas agrícolas heterogéneas
Herbáceas y arbustivas costeras		
Orobioma Medio Andes	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos anuales o transitorios	
	Cultivos semipermanentes y permanentes	
Orobioma San Lucas	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos anuales o transitorios	
Orobioma Subandino Santa Marta Macuira	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos anuales o transitorios	
Orobioma Azonal Cúcuta	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos anuales o transitorios	
Orobioma Azonal río Sogamoso	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos anuales o transitorios	
Orobioma Azonal Valle del Patia	Áreas agrícolas heterogéneas	



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Influencia	Bioma	Cobertura
Influídos por el fuego	Peinobioma Amazonia – Orinoquia	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
		Vegetación secundaria
	Zonobioma Alternohigrico / Subxerofítico Tropical Alto Magdalena	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
	Zonobioma Alternohigrico / Subxerofítico Tropical Valle del Cauca	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorios
		Cultivos semipermanentes y permanentes
		Pastos
	Zonobioma Desierto Tropical Guajira – Santa Marta	Áreas mayormente alteradas
	Zonobioma Húmedo Tropical Amazonia – Orinoquia	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorias
		Cultivos semipermanentes y permanentes
		Vegetación secundaria
	Zonobioma Húmedo Tropical Catatumbo	Áreas agrícolas heterogéneas
		Cultivos anuales o transitorias
	Zonobioma Húmedo Tropical Magdalena -Caribe	Áreas agrícolas heterogéneas
Cultivos anuales o transitorias		
Cultivos semipermanentes y permanentes		
Pastos		
Vegetación secundaria		
Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico – Atrato	Áreas agrícolas heterogéneas	
	Cultivos semipermanentes y permanentes	
	Áreas agrícolas heterogéneas	
Zonobima Seco Tropical Caribe	Áreas mayormente alteradas	
	Bosques naturales	
	Cultivos anuales o transitorias	
	Cultivos semipermanentes y permanentes	
	Herbazales	
Helobioma Amazonia–Orinoquia	Pastos	
	Herbazales	
Litobioma Amazonia–Orinoquia	Pastos	
	Herbazales	
Peinobioma Amazonia-Orinoqia	Herbazales	
	Pastos	



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Calle 25D No 96B - 70 Bogotá D.C. - Colombia / www.ideam.gov.co