



**Metodología del conocimiento  
de riesgo para diferentes  
escenarios amenazantes en  
Santander.**

**DGRD**

**Dirección de Gestión del Riesgo  
de Santander**

---

**Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres**

---

**Metodología del Conocimiento de Riesgo para Diferentes Escenarios  
Amenazantes en Santander  
DGRD  
Santander, Colombia.  
2019**

Didier Alberto Tavera Amado  
**Gobernador de Santander**

Ramón Andrés Ramírez Uribe  
**Director Gestión del Riesgo de Desastres de Santander**

**Autores**

**Equipo de Trabajo de la Dirección de Gestión del Riesgo Santander.**

José Rafael Manrique

Fabio Correa Luna

Jenny Acuña Merchán

Freddy León

Pedro Conde Amorocho

Oscar Gómez

Josué Higuera Flórez

Mónica Gómez Villalba

José Manuel Serrano Mantilla

Jose Jaime Martínez Vertel

Miguel Ángel Orjuela Peñalosa

Rafael Andrés Galvis Duarte

Fanny Stella León Santamaría

Ignacio Javier Muñoz Ayala

Nohra Alba Villareal Ruiz

Sergio Orlando Ferro Dávila

**Instituciones Colaboradores**

Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Unidad Nacional Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	7
1.1.	Objetivos .....	8
	Objetivo General .....	8
	Objetivos específicos.....	8
1.2.	Alcance .....	8
1.3.	Conceptos básicos .....	9
2.	PROCESOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.....	11
2.1.	Conocimiento del riesgo .....	11
2.2.	Reducción del Riesgo.....	11
2.3.	Manejo de Desastres.....	11
3.	ESTUDIOS AVR, VENTANA PARA LA BUENA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO. .	12
3.1.	Conozca su territorio.....	13
	Primer paso .....	13
	Segundo paso .....	13
3.2.	Identifique los factores de riesgos .....	15
	Amenaza.....	15
	Vulnerabilidad .....	16
3.3.	Análisis del Riesgo .....	18
	Resultados de la identificación y análisis de riesgos.....	18
3.4.	Caracterización de los escenarios de riesgos .....	19
3.5.	Estimación de riesgos.....	22
	¿Cómo se calcula el riesgo?.....	22
4.	ESCENARIOS DE AMENAZA Y SUS REGULACIONES .....	24
4.1.	Escala de trabajo para los estudios AVR. ....	26
4.2.	Delimitación y zonificación de áreas.....	26
4.3.	Medidas de intervención.....	27
5.	ESTUDIOS DE AMENAZA EN SUS DIFERENTES RIESGO DEL TERRITORIO .....	28
5.1.	AMENAZA POR INUNDACIONES.....	29
	Estudios básicos de amenaza de inundación .....	31
	Análisis detallado de amenaza de inundación. ....	32
	Tipos de mapas de inundación.....	32

5.2.	AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	38
	Análisis del riesgo .....	38
	Evaluación del riesgo.....	44
	Mitigación y prevención del riesgo. ....	45
5.3.	AMENAZA POR SISMOS.....	46
5.4.	AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES .....	49
	Evaluación de la amenaza .....	49
	Evaluación de la vulnerabilidad.....	51
	Evaluación del riesgo.....	52
5.5.	AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES .....	55
	Estudios básicos de amenaza por avenidas torrenciales. ....	56
6.	CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN SANTANDER.....	58
6.1.	INUNDACION .....	58
6.2.	MOVIMIENTOS EN MASA .....	61
6.3.	INCENDIOS FORESTALES.....	67
6.4.	EROSION .....	70
6.5.	SISMICIDAD .....	72
6.6.	INTEGRACION DE AMENAZAS .....	76
7.	EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN LA GESTIÓN TERRITORIAL. ....	84
8.	BIBLIOGRAFIA .....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de según el origen; Amenazas naturales, tecnológicas y antrópicas. ....	16
Tabla 2. Explicación de algunos aspectos más comunes al momento de analizar amenazas. ...	16
Tabla 3. Clasificación de la vulnerabilidad física, ambiental, económica y social. ....	17
Tabla 4. Ejemplo tomado del PDGRD de Santander 2018, sobre caracterización de escenarios de riesgo por movimientos en masa. ....	21
Tabla 5. Relación tipo de estudio según la clase de suelo y la escala a trabajar. ....	26

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de procesos de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de Comité Nacional para el conocimiento del riesgo, 2017. ....	11
Figura 2. Causa efecto e impacto de precipitaciones localizadas y distribuidas. Tomado de CIACUA – CEDERI, 2006. ....	29
Figura 3. Metodología para determinar amenazas por inundaciones. ....	30
Figura 4. Proceso de la gestión integral del riesgo para movimientos en masa en Colombia. Tomado de SGC, 2015. ....	38
Figura 5. Interrelación entre los factores de amenaza de incendios en la cobertura vegetal. Tomado de IDEAM, 2011. ....	50
Figura 6. Evaluación y zonificación de la vulnerabilidad frente a incendios forestales. Tomado de IDEAM 2011. ....	51
Figura 7. Evaluación, definición y zonificación del riesgo de incendios forestales. Tomado de IDEAM, 2011. ....	53
Figura 8. Metodología para determinar la amenaza por avenidas torrenciales. ....	56

## INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de susceptibilidad a fenómenos de inundación en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	60
Mapa 2. Mapa de amenaza por fenómenos de movimientos en masa en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	66
Mapa 3. Mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	69
Mapa 4. Mapa de susceptibilidad a erosión en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	71
Mapa 5. Registro sísmico del departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	73
Mapa 6. Mapa de frecuencia sísmica en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	74
Mapa 7. Mapa de zonificación de amenaza por actividad sísmica en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	75
Mapa 8. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Comunera. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	77
Mapa 9. Mapa de integración de amenazas de la provincia de García Rovira. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	78
Mapa 10. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Guanentá. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	79
Mapa 11. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Metropolitana. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	80
Mapa 12. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Soto Norte. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	81
Mapa 13. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Vélez: Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	82
Mapa 14. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Yarigués. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019). .....	83

# 1. INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo de desastres, según la ley 1523 de 2012, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

En primera instancia, la Ley 1523 de 2012 establece el actuar para la atención en forma eficiente, oportuna y coordinada de emergencias que se puedan presentar en el territorio, por tal motivo se busca por medio de este documento entregar una guía de análisis y adaptación de las herramientas para realizar los estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo (AVR) de acuerdo con cada territorio del departamento de Santander.

Este documento debería ser considerado como una herramienta de ayuda, en la optimización de los recursos, entender la importancia del conocimiento de nuestro territorio para la reducción del impacto negativo y que permita la continuidad de la gestión administrativa, evitando la aparición de eventos y emergencias, por medio de acciones tomadas de los resultados de estos estudios AVR.

Un territorio está en riesgo de desastres cuando se presentan fenómenos de origen natural, socio natural y/o tecnológico, que por estar habitado, genera afectación a la integridad física y mental de la comunidad, impactos en los medios de vida y productivos, incluyendo su infraestructura y economía. La intervención prospectiva es un proceso que por medio de acciones preventivas garantiza que no surjan nuevas situaciones de riesgo; acciones que deben generarse basándose en información confiable, que serán suministradas por las herramientas de conocimiento del riesgo, particularmente por los estudios AVR.

Este documento busca que cada territorio conozca que exige la ley en materia de gestión del riesgo y que herramientas están a la mano de los municipios para la elaboración de estudios AVR, así mismo, plantea una buena articulación de los procesos y etapas de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial, sin embargo, no es un documento que llegue a suplir ninguna directriz o normativa a nivel nacional, departamental o municipal. Está dirigido a las alcaldías y los profesionales que coordinan sus procesos de gestión del riesgo, planificación y desarrollo de la región.

En esta guía se presentan los procedimientos actuales del conocimiento y de las capacidades técnicas y económicas del departamento, resultan convenientes para la

ejecución de estudios AVR, siguiendo la normatividad presentada en el Decreto 1807 de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

De acuerdo a la Ley 1523, en sus artículos 13 y 14 le otorga a los Gobernadores y alcaldes la responsabilidad de la implementación de los procesos de gestión del riesgo (conocimiento y reducción del riesgo, y el manejo de desastres) en cada área de su jurisdicción, se deben considerar las acciones específicas apropiadas, que garanticen el logro de los objetivos de la GRD, y se pueda responder de manera oportuna y efectiva ante una situación de emergencia y/o calamidad.

### 1.1. Objetivos

#### Objetivo General

Generar una herramienta de apoyo para que los municipios conozcan la importancia del conocimiento del riesgo y se familiaricen con la elaboración de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (AVR), y su relación con los instrumentos de planificación territorial como los Planes de ordenamiento, plan de gestión del riesgo, plan de desarrollo a cargo de las autoridades y corporaciones de nuestro territorio.

#### Objetivos específicos

Guiar a las autoridades de gestión del riesgo del departamento, en cómo definir los estudios AVR, para las principales amenazas que se presentan a nivel municipal.

Servir de referencia a las personas y entidades encargadas de la gestión del riesgo, para la elaboración de estudios AVR, basadas en la estructura definida en esta metodología.

### 1.2. Alcance

Desde la Dirección de Gestión del Riesgo se pretende que ésta guía sea una herramienta de apoyo para los encargados de la Gestión del Riesgo de Desastres a nivel municipal, considerando que aquí se presentan los parámetros para la ejecución de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, siguiendo la normatividad presentada en el Decreto 1807 de 2014 del Ministerio de Vivienda. No obstante; esta guía no es la herramienta principal para estos estudios AVR, ya que los mismos dependen de la magnitud y gravedad de la amenaza a estudiar; hay que tener en cuenta que lo planteado en esta guía busca reducir un cierto margen de incertidumbre que es casi imposible de eliminar; ya que las condiciones de riesgo no son constantes en el tiempo, espacio y otros factores, por lo cual los estudios requieren actualizaciones periódicas que dependen de los cambios naturales o urbanísticos del Departamento y/o de cada municipio.



En esta guía se determina una estructura para el análisis de los estudios AVR de los principales fenómenos naturales que se presentan en el Departamento de Santander (movimiento en masa, inundaciones, sismos, incendios forestales y avenidas torrenciales).

### 1.3. Conceptos básicos

**Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

**Calamidad pública:** Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de población. En el respectivo territorio, que al municipio, distrito o departamento ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

**Comunidad:** Grupo de personas que se localiza en un espacio determinado y establecen vínculos espontáneos de solidaridad construidos en el tiempo. Esta interacción hace posible que se generen elementos de identidad que favorecen la cohesión y el auto reconocimiento del grupo. Los intereses de la comunidad se sobreponen a los intereses particulares para el logro de objetivos comunes. Por su parte, una comunidad vulnerable es aquella que, ante un evento extremo, puede recibir mayor afectación, debido a factores como la localización y a la incapacidad para implementar acciones de prevención y adaptación orientadas a la recuperación de sus medios de subsistencia en el corto plazo.

**Desastre:** Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

**Gestión del riesgo:** Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

**Prevención de riesgo:** Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.

**Riesgo de desastres:** Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

**Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

## 2. PROCESOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.

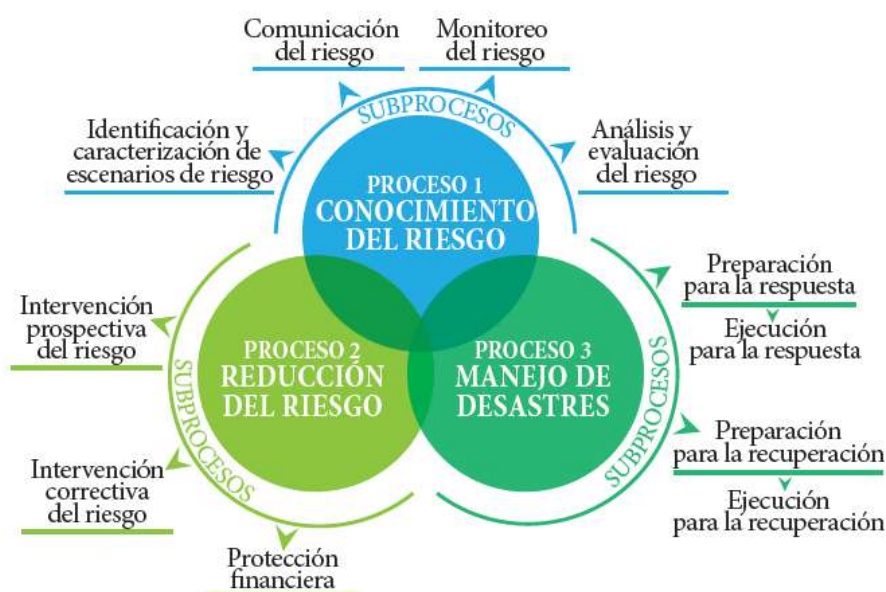


Figura 1. Esquema de procesos de la gestión del riesgo de desastres. Tomado de Comité Nacional para el conocimiento del riesgo, 2017.

### 2.1. Conocimiento del riesgo

Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.

### 2.2. Reducción del Riesgo

Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevos riesgos en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera.

### 2.3. Manejo de Desastres

Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entiéndase: rehabilitación y recuperación.

### 3. ESTUDIOS AVR, VENTANA PARA LA BUENA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL RIESGO.

Por sus condiciones geográficas y geológicas, nuestro país enfrenta diferentes amenazas (sismos, volcanes, inundaciones, huracanes, tsunamis, fenómenos de remoción en masa, entre otras), que, sumadas a las condiciones de vulnerabilidad social, económica y física de la población, así como a presiones dinámicas como la rápida urbanización, la degradación ambiental y la variabilidad climática, generan situaciones de riesgo para la población. Dichas situaciones pueden convertirse en desastres y poner en peligro los medios de vida y la estabilidad social, económica y política del país.

Anteriormente en Colombia, se realizaban estudios de las amenazas naturales, hoy en día se vincula a la vulnerabilidad con que cuenta cada territorio respecto a cada tipo de amenaza. El conocimiento del riesgo abarca no solo las amenazas presentes, sino su vulnerabilidad, pero no una específica, se contempla entre otras la vulnerabilidad física, la vulnerabilidad económica, vulnerabilidad ambiental y la social para tomar como referencias algunas en este estudio.

El riesgo debe ser evaluado teniendo en cuenta las amenazas y la vulnerabilidad de cada territorio, partiendo de información confiable y apropiada para poder obtener un adecuado estudio AVR y un diagnóstico preciso a las necesidades de cada municipio. Existe buena cantidad de información disponible, aunque a veces de no muy fácil accesibilidad. Sin embargo, existen muchas alternativas de recolectar información, como los documentos generados por instituciones educativas, universidades, por entidades nacionales, IDEAM, SGC, IGAC, Instituto Von Humboldt, por entidades departamentales y municipales, secretaria de planeación, secretaria de infraestructura, secretaria de agricultura, dirección de gestión del riesgo, son algunas de las entidades que facilitan la información en la gestión del riesgo de los municipios, muchas veces en escalas precisas para los estudios AVR.

Ahora bien, después de recolectar la información se debe definir que variables usar para cuantificar el riesgo, anticipándose a los impactos que se puedan generar, y hasta como mitigarlos. Realizar un diagnóstico correcto del territorio es fundamental para determinar las causas raíz y poder atacarlas de forma definitivas por medio de medidas correctivas y prospectivas.

El decreto 1807 del 2014 en su artículo 7, les da la oportunidad a los alcaldes para solicitarle al departamento asesoría sobre los análisis de los estudios AVR en el territorio. Los municipios y sus fondos territoriales de gestión del riesgo definirán mecanismos de financiación para la realización de los estudios AVR, estos deben ser

elaborados y firmados por profesionales idóneos en la materia, quienes son responsables de los mismos sin perjuicio de la responsabilidad por la correcta ejecución de los diseños y las obras de mitigación, según artículo 27 del decreto 1807 de 2014.

### 3.1. Conozca su territorio

Lo primero y más importante de todo, es realizar un diagnóstico completo de su territorio (municipio), identificando las amenazas existentes, los factores de riesgos, vulnerabilidad en sus aspectos más relevantes (vulnerabilidad física, vulnerabilidad económica, vulnerabilidad ambiental y vulnerabilidad social).

Si no se cuenta con un conocimiento de su territorio, especialmente en las amenazas que afectan o pueden afectarlo, es muy fácil tomar decisiones fatales, permitiendo asentamientos humanos, desarrollo de infraestructura física y vial en zonas inadecuadas por amenazas que, de materializarse, generarían impactos negativos en la vida, bienes, medio productivos y desarrollo de las comunidades.

#### Primer paso

**¿Qué tanto se conoce el territorio?** Se debe preguntar que herramientas tiene el territorio para identificación de sus amenazas, que actividades han realizado en temas de evaluación de sus riesgos, como ha sido la participación de los actores responsables (organismos de socorro, corporaciones autónomas, autoridades ambientales, instituciones públicas, fuerza militar, y comunidad), ellos son los encargados de nutrir la información del territorio que nos interesa.

Al hacer este diagnóstico se deben definir qué factores de riesgo están presentes en el territorio, algunos muy comunes son:

- Ambiental
- Infraestructura
- Social y cultural
- Desarrollo (Económico).

Estos factores de riesgos van ligados a la vulnerabilidad de la región; al analizar estos factores podemos definir qué tan vulnerables llegamos a hacer.

#### Segundo paso

**¿Con que información se cuenta?** Es de vital importancia recopilar toda la información posible, la cual nos servirá para analizar al territorio en todo lo relacionado a sus amenazas, vulnerabilidad y riesgo.

No toda la información es importante, existe información que es irrelevante y puede llegar a entorpecer el estudio, por tal motivo es necesario saber cuál es la información relevante y concisa, se debe obtener por medio de fuentes confiables o de primera mano por medio de visitas y entrevistas en campo.

Para no desviarse de la información necesaria, se sugiere obtener los siguientes datos.

**Antecedentes históricos:** Son eventos ocurridos en el municipio. Se deben localizar el lugar exacto del evento, realizar un inventario de pérdidas de cada evento y la frecuencia con que ocurre el evento.

**Cartografía del municipio:** Es una colección de mapas en los cuales se encontrará las zonas de nuestro interés, como las cuencas hídricas, la caracterización del suelo, variabilidad climática con el tipo de temperaturas y probabilidad de precipitaciones, ecosistemas del territorio, demografía, asentamientos humanos, tipo de economía en el municipio, entre otros.

La información recopilada debe ser analizada y validada para determinar su confiabilidad, por tal razón es importante socializar con los funcionarios y con los participantes del CMGRD, las juntas de acción comunal y demás actores del sistema GRD. Lo importante de tener una información confiable, es que el resultado será una correcta delimitación, zonificación, caracterización y análisis de las amenazas presentes en el territorio. Se recomienda revisar el artículo 6 del decreto 1807 del 2014 donde sugieren aspectos importantes a la hora de analizar la información.

Es importante hacer un inventario de la información obtenida y valida, calificándola entre secundaria y primaria.

**Información primaria:** Es la información PRIMERA MANO/directa recogida en visitas a campo, experiencias de los miembros de los organismos de socorro, entrevistas con la comunidad, Consejos territoriales de gestión del riesgo, mesas de trabajo entre otros. La información por medio de entrevistas es muy importante, se pueden reconstruir escenarios que anteriormente existían y por diferentes factores actualmente no, caso de quebradas, deslizamientos entre otros.

**Información Secundaria:** Son documentos que contienen información importante para los estudios. Pueden ser cartografías, fotografías, batimetrías, estudios anteriores, geomorfología, hidrometereológica entre otros archivos.

Para la obtención de esta información existen varias fuentes como lo es Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

(IDEAM), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Departamento Nacional de Planeación (DNP), secretarías de planeación municipales, Gobernaciones, UNGRD por solo nombrar algunas nacionales.

### 3.2. Identifique los factores de riesgos

La amenaza y la vulnerabilidad son factores de riesgo que deben estar presentes para la materialización de una emergencia; por lo que es necesario identificarlos y evaluarlos de una forma adecuada en su territorio, para lograr así, un correcto análisis de la problemática y generar las estrategias de gestión del riesgo adecuadas para la reducción y manejo de los impactos provocados por eventos naturales.

#### Amenaza

*Amenaza es Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.<sup>1</sup>*

Se clasifican comúnmente por el origen de cada amenaza, según la siguiente tabla se pueden clasificar así:

AMENAZAS	
NATURALES: Inherentes a la dinámica del planeta tierra	
HIDROMETEOROLÓGICA	GEOLÓGICA
Huracanes	Sismos
Vendavales	Actividad volcánica
Rayos	movimiento en masa
Heladas	Tsunamis o maremotos
Sequías y desertificación	
Incendios forestales	
Inundaciones	
Avenidas torrenciales	
Granizadas	
Erosión litoral	
<b>ANTRÓPICAS:</b> Se refiere a las acciones directamente humanas tanto intencionales como no intencionales	<b>TECNOLÓGICAS:</b> Asociadas con actividades industriales y de transporte de sustancias

<sup>1</sup> Definición de Amenaza según la Ley 1523 de 2012, Art 4.

Aglomeración de personas	Derrames
Contaminación	Fugas
Contaminación de aguas	Explosiones
	Incendios

*Tabla 1. Clasificación de según el origen; Amenazas naturales, tecnológicas y antrópicas.*

Con la información recolectada anteriormente se identifican las amenazas de cada territorio y se les hace un análisis detallado para saber que criticidad presentan en el municipio.

Una de tantas formas de analizar las amenazas es una evaluación integral, la cual consiste en reconocerle a cada una, los aspectos de Ubicación, frecuencia, costos y magnitud; aunque no son las únicas y cada territorio es autónomo en los aspectos que quiera analizar en cada amenaza.

UBICACIÓN DE LA ZONA EXPUESTA	FRECUENCIA	COSTOS	MAGNITUD
Zona rural, urbana, se clasifica por sectores, ideal para la construcción de mapas de zonificación.	El fenómeno se ha materializado en más de una ocasión en el territorio anualmente.	El fenómeno produjo pérdidas económicas superiores a la capacidad de recuperación normal del territorio.	El fenómeno ha incrementado sus impactos, respecto a los generados en eventos anteriores.

*Tabla 2. Explicación de algunos aspectos más comunes al momento de analizar amenazas.*

### Vulnerabilidad

Vulnerabilidad es *Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.*<sup>2</sup>

La vulnerabilidad es el análisis de riesgo en el territorio, donde se estudia los efectos de un fenómeno sobre los elementos o componentes necesarios para el funcionamiento de la sociedad. Representa la susceptibilidad de ser afectado, así como la capacidad de respuesta.

<sup>2</sup> Definición de vulnerabilidad según Ley 1523 de 20112, Art 4.



Siguiendo factores de vulnerabilidad según el SNGRD podemos clasificar.

<b>VULNERABILIDAD</b>	
<b>FÍSICA</b>	<b>AMBIENTAL</b>
Antigüedad de la edificación Materiales de construcción y estado de conservación Cumplimiento de la normatividad vigente Características geológicas y tipo de suelo Localización de las edificaciones con respecto a zonas de retiro a fuentes de agua y zonas de riesgo identificadas	Condiciones atmosféricas Composición y calidad del aire Composición y calidad del agua Condiciones de los recursos ambientales
<b>ECONÓMICA</b>	<b>SOCIAL</b>
Situación de pobreza y seguridad alimentaria Aumento de la población. Nivel de ingresos Acceso a los servicios públicos Acceso al mercado laboral	Nivel de Organización Comportamiento poblacional Participación Grado de relación entre las organizaciones Comunitarias y las instituciones Conocimiento comunitario del riesgo

*Tabla 3. Clasificación de la vulnerabilidad física, ambiental, económica y social.*

La vulnerabilidad es inversamente proporcional a la resiliencia, mientras es territorio sea altamente vulnerable, se considerará poco resiliente, por eso la importancia de realizar un buen análisis de los factores vulnerables de cada territorio, aunque en este documento se muestran 4 factores, no quiere decir que sean los únicos, por lo cual es autonomía del municipio de acuerdo con su situación el análisis de vulnerabilidad y los factores que sean necesarios.

Según el artículo 17 del decreto 1807 de 2014, para evaluar la vulnerabilidad se deben considerar los siguientes aspectos:

- De acuerdo con los resultados del estudio detallado de amenazas para cada fenómeno analizado, se deben identificar y localizar en la cartografía correspondiente los elementos expuestos.
- Se debe establecer las características de los elementos expuestos a las amenazas identificadas, en cuanto al tipo de elemento, grado de exposición, resistencia que ofrece el elemento y distribución espacial.
- Se deben identificar los diferentes tipos de daño o efecto esperado sobre los

- elementos expuestos que se pueden presentar como resultado del fenómeno
- natural.
- Esta información debe zonificarse en un mapa a la misma escala del mapa de amenazas detallados estableciendo categorías de vulnerabilidad alta, media y
- baja, de acuerdo a las características de los elementos expuestos.

### 3.3. Análisis del Riesgo

El análisis de riesgo consiste en identificar y evaluar probables daños y pérdidas como consecuencia del impacto de una amenaza sobre un territorio, impacto que dependerá del grado de vulnerabilidad actual, porque a mayor vulnerabilidad mayor daño ocasionará. Por medio del análisis de riesgo se pueden establecer las necesidades y estrategias en reducción del riesgo por medio de medidas correctivas y prospectivas.

Una metodología para el análisis de las amenazas y vulnerabilidad en el territorio se presenta en el libro “Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo”, el cual se puede encontrar en la biblioteca digital en la página oficial de la UNGRD, sin embargo no solo existe esa metodología, (TAMBIEN) están las instituciones competentes frente a estos fenómenos naturales y antrópicos que tienen su forma más específica y mucho más completa de analizar estos dos factores de amenaza y vulnerabilidad.

Un ejemplo son Las guías metodológicas para estudios de amenaza vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa que diseñó el SGC, o la Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas, o la de ciclones tropicales, por decir SOLO unas; por tal motivo es necesario seguir los requisitos legales vigentes para cada tipo de amenaza y apoyarse en expertos para obtener el mejor análisis de los riesgos presentes en el territorio.

Cada análisis es diferente, de acuerdo al riesgo, no se deben preocupar si deben cambiar su forma de analizar los riesgos, pues no es lo mismo analizar un riesgo por movimiento en masa que un riesgo por incendio forestal.

#### Resultados de la identificación y análisis de riesgos.

La identificación de los factores de riesgo, (ya sea por medios de contratación externa de los estudios AVR, por mesas sectoriales, o por los Consejos territoriales de gestión del riesgo u otro), puede generar unos productos confiables siempre y cuando se haya realizado el análisis de una forma consciente y organizada. Algunos productos que podrían salir después de una buena identificación y análisis de riesgos.

**Mapa zonificación de amenazas de cada territorio:** es un mapa donde se pueden visualizar el comportamiento del fenómeno, se puede encontrar el inventario de los elementos representativos del territorio (monumentos, hospitales, edificios

públicos, iglesia, centros educativos y otros), número de viviendas totales y números de viviendas susceptibles a sufrir daños y otros datos que se pueden plasmar en la cartografía del municipio.

**Inventario de pérdidas:** Es un consolidado de las pérdidas que el fenómeno natural analizado ha provocado (real) o p puede provocar (potencial) cuna ocurre en el territorio.

**Estimación de daños y pérdidas:** Es el cálculo económico, de las pérdidas que generaría la ocurrencia del fenómeno natural, de ahí se podrán generar planes de acción para proteger los recursos del territorio.

**Zonas especiales:** Bosques, Paramos, humedales, zonas protegidas, son ejemplos de la cartografía que se puede elaborar para la toma de decisiones del uso del suelo en los EOT, POMCAS entre otros.

**Biblioteca:** Al recopilar la información se debe almacenar, que mejor manera que creando una biblioteca de gestión del riesgo, con estudios, informes, videos, entrevistas, actas y demás documentos recopilados en las etapas anteriores, ayudando a fortalecer el sistema de información del territorio.

### 3.4. Caracterización de los escenarios de riesgos

Con la caracterización de los escenarios de riesgo, se pretenden representar los alcances de una amenaza y con las consecuencias que puede generarse en el territorio. Se caracterizan los factores de riesgo, sus causas, los actores causales, principales consecuencias e impactos, actores responsables y sugerencia de medidas posibles a aplicar para la mitigación de ese riesgo.

La clave en esta etapa es tener un buen análisis de riesgos, el cual nutre la caracterización de los escenarios de riesgos. Aunque existen diferentes tipos de escenarios, generalmente para los estudios de AVR se usan los de fenómenos amenazantes, debido a que contempla lo mínimo requerido, pero como cada territorio es diferente, es recomendable analizar la factibilidad de incluir otros criterios para caracterizar sus riesgos.

Se deben caracterizar las amenazas del municipio, identificando los inmuebles, edificaciones, lugares de interés y otros para saber cuáles son más susceptibles de acuerdo a las amenazas. Es un inventario el que se debe tener, preferiblemente en mapas, para identificar los lugares expuestos por las amenazas.

A continuación, un ejemplo tomado del PDGRD de Santander 2018, de los escenarios de riesgo en Santander por movimientos en masa.

ESCENARIO DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA						
CAUSAS		CONSECUENCIAS	ACCIONES DE INTERVENCIÓN		COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL	
DE LA AMENAZA	DE LA EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD				ACTORES	INSTANCIAS DE GESTIÓN
1.Predominio de fuertes pendientes.  2. Presencia de fallas geológicas  3. Excavaciones y Actividad Minera  4. Sobrecarga de Talud	1. Ocupación de zonas de amenaza por movimientos en masa.  2. Construcción de viviendas en zonas expuestas a procesos de deslizamientos – derrumbes  3. El crecimiento urbano, que provoca que un número importante de la población se encuentre localizada en zonas de ladera o asentamientos de origen Ilegal.	1.Pérdida de vidas humanas (heridos, damnificados, desaparecidos), pérdida de cultivos, bienes, enceres	Conocimiento del riesgo	1. Identificación del escenario de riesgo por movimientos en masa en las zonas críticas.  2. Diseños de conceptos y diagnósticos técnicos, acciones de estudio, monitoreo geotécnico y estructural  3. Construcción de obras de ingeniería para estabilización geotécnica y manejo adecuado de aguas.  4. Reasentamiento de familias, adecuación de predios, trabajo comunitario.	1. Secretarias de Planeación Departamental CDGRD, IDEAM, CDGRD, Secretaria de Infraestructura, Defensa Civil del Departamento, Cruz Roja del Departamento, Cuerpo de Bomberos.	1. Realizar destinación de recursos por parte del FDGRD para desarrollar convenios con las diferentes instituciones involucradas con el fin de elaborar la identificación del escenario de riesgo por movimientos en masa.  2. Gestionar proyectos para la diseño y diagnósticos de estudios técnicos (básicos y detallados a la escala requerida para categorizar el riesgo) y generación monitoreo geotécnico regionales y locales del escenario de riesgo por movimientos en masa.  3. Fortalecer la Identificación y caracterización del escenario de riesgo por remoción en masa. Apoyo técnico y financiero en la identificación y zonificación de áreas en condición de amenaza y riesgo por remoción en masa.  4. Avanzar en la consolidación de conocimiento sobre el riesgo por

	4. Presencia de Eventos Sísmicos. Lluvias Intensas y Falta canalización de aguas					movimiento en masa en áreas prioritizadas.
			<b>Reducción del Riesgo</b>	1. Construcción de obras de mitigación y prevención de movimientos en masa en puntos críticos del departamento 2. Implementación de medidas de reducción no estructurales (reforestación, revegetalización, etc.)		1. Orientar las acciones de intervención correctiva en las condiciones existentes de vulnerabilidad y amenaza. 2. Promover la construcción de obras de mitigación 3. Implementación de proyectos de reducción del riesgo no estructurales.
			<b>Manejo de Desastres</b>	1. Capacitación y entrenamiento a organismos de socorro e instituciones para la implementación de la estrategia de respuesta ante fenómenos de remoción en masa 2. Necesidad de albergues, alimentos y enseres básicos para la población afectada 3. Sistema de telecomunicaciones para la respuesta. 4. Identificación de zonas transitorias para ubicación de población afectada		1. Apoyo técnico y financiero para el fortalecimiento permanente de las capacidades técnicas y operativas de los equipos de respuesta. 2. Garantizar el fortalecimiento de los procesos de respuesta en el caso de un desastre por remoción en masa. 3. Convenios de cooperación con instituciones que garanticen la atención

Tabla 4. Ejemplo tomado del PDGRD de Santander 2018, sobre caracterización de escenarios de riesgo por movimientos en masa.

### 3.5. Estimación de riesgos

La estimación de riesgos brindará la identificación de los posibles impactos y pérdidas generados por la ocurrencia de una emergencia en el territorio. Esta identificación y posterior valoración de los impactos potenciales o reales, ayuda a priorizar las amenazas del municipio y por ende clasificar la importancia y urgencia de las medidas que se establezcan para la reducción del riesgo existente y evitar la generación de nuevas condiciones de riesgo.

#### ¿Cómo se calcula el riesgo?

El valor del riesgo es el resultado de una estrecha relación entre la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por el grado de severidad de los impactos que pueda provocar. Con base en ello se categorizará el riesgo en alto, medio y bajo de acuerdo a su impacto generado.<sup>3</sup> Para el grado de severidad es recomendable tener en cuenta los impactos tangibles e intangibles. Los impactos tangibles son los que se pueden cuantificar fácilmente, los físicos, como pérdidas de vidas humanas, pérdida de bienes, cultivos, infraestructura vial, escolar, hospitalaria entre otros; mientras los intangibles son los impactos que se produzcan en la sociedad, la resiliencia de la comunidad, la reputación de las empresas generadoras del riesgo y oportunidades que se cierran en la región por causa de la amenaza.

Para calcular el riesgo existen varias metodologías, entre esas están, las determinísticas, las empericas, las analíticas, probabilísticas y los cualitativos con la opinión de expertos en la materia. En la Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal, en su numeral *4.3.1 Métodos de análisis para la evaluación de la amenaza* se puede observar más detenidamente los métodos de análisis, los que se recomiendan para el tipo de estudio y los niveles de complejidad.

Empresas importantes en el sector de hidrocarburos, usan el método descriptivo, en el cual por medio de matrices entre probabilidad e impacto dan un valor de criticidad al riesgo. Para ilustrar este método podemos usar una matriz de doble entrada: “Matriz de probabilidad y consecuencia” usada en la norma técnica colombiana NTC 45 “GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL” o el método usado en el capítulo “LA CAJA DE HERRAMIENTAS DEL PLAN DEPARTAMENTAL DE GESTIÓN DEL RIESGO” de la Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo, de la UNGRD.

Lo importante en estos estudios AVR, es saber que método usar para obtener la mejor calificación de los riesgos, para poder priorizarlos y definir su criticidad. después de tener priorizados los riesgos, se puede empezar a trabajar en las obras de mitigación de los más críticos.

---

<sup>3</sup> Extracto del artículo 18, Decreto 1807 de 2014.

Según el artículo 19 del decreto 1807 de 2014, los estudios de evaluación de riesgo deben acompañarse de los siguientes documentos por cada fenómeno analizado:

- Documento técnico que contenga metodología de evaluación empleada y los resultados.
- Fichas de evaluación de vulnerabilidad.
- Mapa de vulnerabilidad categorizada en alta, media y baja.
- Mapa de riesgo, categorizado en alto, medio y bajo, señalando para el riesgo alto si es mitigable o no mitigable.
- Mapas de localización y dimensionamiento de las medidas de intervención propuestas. Presupuestos estimados de costos de las alternativas planteadas.
- Inventario de viviendas en alto riesgo no mitigable.

## 4. ESCENARIOS DE AMENAZA Y SUS REGULACIONES

Los estudios de Amenaza vulnerabilidad y riesgos en los territorios, hacen parte del primer proceso de la gestión del riesgo, “conocimiento del riesgo”, en el cual se hace un diagnóstico del territorio, identificando y analizando los escenarios de riesgo, haciéndoles monitoreo y desarrollando medidas de mitigación/PREVENCIÓN a los riesgos más críticos.

En los considerandos del decreto 1807 podemos encontrar lo siguiente<sup>4</sup>:

El artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 determinó que el Gobierno Nacional reglamentaría las condiciones y escalas de detalle para la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza y de las áreas con condiciones de riesgo.

El artículo 8 de la Ley 388 de 1997 señala como una de las acciones urbanísticas que deben incorporarse en los planes de ordenamiento territorial la determinación de "las zonas no urbanizables que presenten riesgos para la localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales".

El artículo 10 de la Ley 388 de 1997 establece como determinantes de superior jerarquía, que los municipios y distritos deben tener en cuenta en la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales, así como las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos y las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos.

De la ley 1523 se despliega lo siguiente:

- La gestión del riesgo se despliega de manera continua, mediante procesos secuenciales en tiempos y alcances que se renuevan permanentemente. Dicha gestión continuada estará regida por los principios de gestión pública consagrados en el artículo 209 de la Constitución y debe entenderse a la luz del desarrollo político, histórico y socioeconómico de la sociedad que se beneficia".
- El artículo 39 de la Ley 1523 de 2012 establece que los planes de ordenamiento territorial deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socio ambiental y considerar el riesgo de desastres, como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo.
- El artículo 40 de la Ley 1523 de 2012 reitera que los planes de ordenamiento deben incluir las previsiones de la Ley 9 de 1989 y de la Ley 388 de 1997, en lo relativo a los mecanismos para el inventario de asentamientos en alto riesgo, el señalamiento, delimitación y tratamiento de las zonas expuestas a amenaza derivada de

---

<sup>4</sup> Extracto del Considerando del Decreto 1807 de 2014.



fenómenos naturales, socio naturales o antropogénicas no intencionales, incluidos los mecanismos de reubicación de asentamientos; la transformación del uso asignado a tales zonas para evitar reasentamientos en alto riesgo; ,la constitución de reservas de tierras para hacer posible tales reasentamientos y la utilización de los instrumentos jurídicos de adquisición y expropiación de inmuebles que sean necesarios para reubicación de poblaciones en alto riesgo, entre otros.

Por normativa y teniendo en cuenta el principio de gradualidad de que trata la Ley 1523 de 2012, se deben realizar estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes y en su ejecución se deben realizar los estudios detallados.

**Los estudios básicos** se deben elaborar estudios en los suelos urbanos, de expansión urbana y rural para los fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, que contienen<sup>5</sup>:

- La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza.
- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar los estudios detallados.
- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en las que se requiere adelantar los estudios detallados.
- La determinación de las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.

**Los estudios detallados** están orientados a determinar la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes.

En la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o en la expedición de un nuevo POT, se debe establecer la priorización de los estudios detallados identificados en los estudios básicos y en el programa de ejecución se debe definir la programación de actividades, las entidades responsables y los recursos respectivos de los estudios que se ejecutarán en el período del alcalde que adelanta la revisión del plan o la expedición de uno nuevo.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Artículo 3 Decreto 1807 de 2014.

<sup>6</sup> Artículo 4 Decreto 1807 de 2014.

Los estudios detallados deben contener lo siguiente para cada uno de los eventos analizados<sup>7</sup>

1. Análisis detallado de amenaza
2. Evaluación de vulnerabilidad
3. Evaluación del riesgo
4. Determinación de medidas de mitigación.

#### 4.1. Escala de trabajo para los estudios AVR.

El artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 determinó que el Gobierno Nacional reglamentaría las condiciones y escalas de detalle para la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza y de las áreas con condiciones de riesgo. Por tal motivo SEGÚN el decreto 1807 del 2014, los estudios se deben elaborar como mínimo en las siguientes escalas:

TIPO DE ESTUDIO	CLASE DE SUELO	ESCALA
Estudio Básico	Urbano	1:5.000
	Expansión Urbana	1:5.000
	Rural	1:25.000
Estudio Detallado	Urbano	1:2.000
	Expansión Urbana	1:2.000
	Rural	1:5.000

*Tabla 5. Relación tipo de estudio según la clase de suelo y la escala a trabajar.*

#### 4.2. Delimitación y zonificación de áreas

Es recomendable elaborar un mapa con la delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza y riesgo, además de establecer los criterios para la caracterización y delimitación de las áreas que serán objeto de estudios detallados que permitan categorizar los riesgos. El decreto 1807 de 2014, en sus artículos 11 y 12 habla específicamente de la

<sup>7</sup> Artículo 14 Decreto 1807 de 2014.

delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza y riesgo y la forma como se pueden identificar.

#### 4.3. Medidas de intervención

Las medidas de intervención deben salir de los resultados de los estudios AVR, dependiendo del alcance del estudio las medidas de intervención pueden ser estructurales o no estructurales.

- Medidas no estructurales. Son medidas estructurales orientadas a establecer el modelo de ocupación del territorio y las restricciones o condicionamientos para el uso del suelo cuando sea viable. Estas pueden surgir en la realización de los estudios AVR tanto básicos como detallados.
- Medidas estructurales. Son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones y obras para atender las condiciones de riesgo ya existentes. En la determinación de este tipo de medidas se deben considerar los potenciales efectos que pueden provocar al igual que la aparición de nuevos riesgos.

Existirán zonas donde el riesgo podrá ser catalogado como “no mitigable”, allí, se deben identificar en detalle las viviendas y construcciones que serán objeto de reasentamiento, además de las obras de estabilización necesarias para evitar que aumente la influencia del fenómeno en estudio<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Artículo 20 Decreto 1807 de 2014.

## 5. ESTUDIOS DE AMENAZA EN SUS DIFERENTES RIESGO DEL TERRITORIO

Cada territorio debe adelantar estudios de amenaza que les permitan identificar, delimitar, evaluar, caracterizar e intervenir las amenazas presentes, siguiendo los pasos anteriormente ilustrados en el presente documentos. La Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento territorial municipal, creada por la UNGRD, da los siguientes aspectos para la correcta realización del estudio de cada amenaza:

- Revisar la situación de su territorio en la cartografía y estudios soporte sobre amenaza que es producida por las entidades del orden nacional regional y/o local.
- Identificar fenómenos amenazantes en el municipio mediante el desarrollo de metodologías y/o estudios definidos por entidades competentes.
- Adelantar los estudios para analizar, interpretar y evaluar los fenómenos amenazantes identificados.
- Categorizar y zonificar los fenómenos amenazantes definiendo en los límites de las áreas y zonas de transición.
- Categorizar la amenaza en niveles: alta, media y baja.
- Si la amenaza supera el ámbito municipal, elaborar estudios en conjunto con municipios vecinos y con la CAR.
- Contemplar inversiones en procesos de información y educación sobre las características de la amenaza.

## 5.1. AMENAZA POR INUNDACIONES

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias constantes y propagadas que generan un aumento progresivo del caudal de un cauce, ocasionando un desbordamiento, dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas de cada inundación.

Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial y súbita o de tipo torrencial, esta última es de menor recurrencia que la creciente lenta.

El otro tipo de inundación son las crecientes súbitas, en las que, aunque las áreas de afectación son menores, el poder destructivo es mucho mayor y significa un alto potencial de pérdida de vidas. Este tipo de inundaciones se presentan con la ocurrencia de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas, los incrementos de nivel son del orden de metros en pocas horas y su tiempo de permanencia en las zonas afectadas puede ser de horas o de pocos días. Este tipo de inundaciones se presenta en todas las cuencas de alta pendiente de la región Andina principalmente.



Figura 2. Causa efecto e impacto de precipitaciones localizadas y distribuidas. Tomado de CIACUA – CEDERI, 2006

Es importante revisar si en los municipios existe una alta capacidad hídrica, la cual se origina principalmente por la presencia de áreas de bosque natural y secundario, que debido a sus características forestales y fisiográficas dan origen a quebradas o cuerpos de agua.

Es de resaltar que para la estimación correcta de este tipo de amenaza se debe contar con la información listada a continuación:

- Geología del área de estudio.
- Identificar y describir las unidades geomorfológicas presentes en el municipio.
- Caracterización morfométrica de las cuencas presentes en el municipio.
- Identificar cuáles son las estaciones climatológicas presentes dentro y cercanas al municipio por parte del IDEAM
- Analizar el comportamiento climatológico del sector de acuerdo a la evaluación espaciotemporal de la precipitación basada en las estaciones disponibles del IDEAM.
- Definir la Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia a partir de los registros de pluviosidad de la zona de estudio.
- Calcular los caudales máximos de las fuentes hídricas identificadas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.
- Modelar los máximos niveles de inundación para los diferentes periodos de retorno de las cuencas presentes en la zona de estudio.
- Evaluar y analizar la amenaza por inundación en el municipio.

Para el desarrollo de este documento, se debe tener en cuenta los insumos mínimos requeridos para la incorporación de estudios básicos y detallados en el ordenamiento territorial con referencia a los Decretos 1807 de 2014 y 1077 de 2015.

- La recopilación de la información de interés en diversas bases de datos como Servicio Geológico Nacional, Autoridades Ambientales Competentes, DANE, DesInventar, UNGRD, IDEAM, IGAC.
- Definición de las fuentes hídricas identificadas y su caracterización morfométrica. Se incluye la determinación de la curva IDF para las estaciones del IDEAM identificadas.
- Estimación del caudal para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, en función de las características morfométricas, de suelos, usos del suelo y las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones del IDEAM, se recomienda el empleo del software HEC-HMS.
- Modelamiento hidráulico para la definición de los máximos niveles de inundación, considerando las canalizaciones, el coeficiente de rugosidad de Manning y los valores de caudal máximo para cada periodo de retorno.
- Evaluación de la amenaza en zonas no relacionadas con cauces principales, que épocas de fuertes aguaceros son propensas a eventos por inundación.
- 

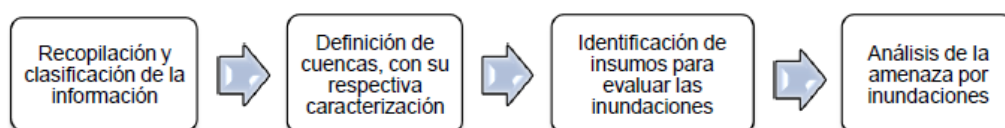


Figura 3. Metodología para determinar amenazas por inundaciones.

### Estudios básicos de amenaza de inundación

Para determinar las condiciones de amenaza por inundación en suelos urbanos, de expansión urbana y rural, los estudios básicos tienen las siguientes especificaciones mínimas:

**1. Área de estudio:** Las zonas en las cuales exista la posibilidad de presentarse una inundación sean aledañas o no a ríos, caños, quebradas, humedales y otros cuerpos de agua o aquellas que hagan parte de su área de influencia.

En el análisis se deben considerar los casos en los que existan precedentes de mecanismos generadores de inundaciones tales como encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas, encharcamiento por deficiencia de drenaje, inundaciones costeras entre otros.

Los municipios o distritos con un suelo rural superior a 1.500 km<sup>2</sup>, para los cuales no exista base cartográfica e insumos a 1:25.000, podrán realizar los estudios para esta clase de suelo a escala 1:100.000 o 1:50.000. En aquellas áreas rurales donde se presenten inundaciones recurrentes, con presencia de elementos expuestos, deben realizar los estudios básicos a 1:25.000.

**2. Insumos:** Se debe utilizar como mínimo los siguientes insumos:

- *Geomorfología.* Identificación de las diferentes subunidades geomorfológicas asociadas a los paisajes aluviales, con especial énfasis en las geoformas correspondientes a la llanura de inundación.
- *Modelo de elevación digital del terreno.*
- *Identificación de las zonas inundables e inundadas (registro de eventos).* A partir de información de las diferentes entidades a nivel nacional, regional o local, interrelacionada con la información de la comunidad identificar cuales áreas han sufrido afectaciones por inundación y en qué fecha.
- *Hidrología.* Caracterización del comportamiento del régimen hidrológico en la región a la cual pertenece el municipio mediante un análisis de los eventos hidroclimáticos máximos identificando para cuales períodos de retorno se están presentando las afectaciones y las áreas afectadas para los mismos.

**3. Alcance:** Para la zonificación de la amenaza se emplean tres categorías: alta, media y baja, teniendo en cuenta el registro de eventos, la recurrencia de los mismos y la intensidad (niveles alcanzados) de la inundación.

Para el suelo urbano, de expansión urbana y rural se utilizará, como mínimo, análisis de tipo histórico y geomorfológico. De acuerdo con la información disponible se podrán complementar con análisis hidrológico-hidráulicos y métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica.

En todo caso, los análisis se realizan en función de la magnitud de la amenaza, su intensidad, consecuencias y la disponibilidad de información.

**4. Productos:** Como resultado de los estudios, se elaboran mapas de zonificación de amenaza por inundaciones, según lo dispuesto en el presente artículo. Se debe elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.

#### **Análisis detallado de amenaza de inundación.**

Para determinar las condiciones de amenaza por inundación, los estudios tienen las siguientes especificaciones mínimas:

**1. Área de estudio.** Se referirá a las áreas con condiciones de riesgo y amenaza por inundación delimitadas en el plan de ordenamiento territorial, a partir de los estudios básicos de que trata la presente subsección con los análisis del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POCA) aprobado.

**2. Insumos:** Se deben utilizar como mínimo los siguientes insumos:

*Información de hidrología e hidráulica.*

*Información topográfica y batimétrica detallada de los tramos de cauce analizados, incluyendo aquellos elementos o tramos que estén asociados con el origen de la inundación.*

**3. Alcance:** El análisis de la amenaza a nivel detallado se realizará teniendo en cuenta criterios históricos, geomorfológicos, hidrológico-hidráulicos empleando métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica.

**4. Productos:** Mapa o mapas de zonificación de amenaza por inundación por desbordamiento, el cual delimita y caracteriza los diferentes niveles de amenaza que presenta el territorio estudiado, según lo dispuesto en el presente artículo. Se debe elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.

#### **Tipos de mapas de inundación**

Los mapas de inundación tienen como objetivo general brindar información sobre eventos ocurridos en el pasado y/o a ocurrir en el futuro, con sus respectivos impactos sobre las personas, infraestructura y actividades afectadas directa o indirectamente; con el objetivo final de servir como una herramienta base de ayuda para los encargados de la toma de



decisiones en la gestión integrada del riesgo, en este caso de las inundaciones. Igualmente, ayudan significativamente en el proceso de concientización de la población.

Según lo anterior se pueden elaborar distintos tipos de mapas de inundación dependiendo del contenido, escala de trabajo, insumos disponibles y objetivo del mapa.

- Mapa Preliminar de inundación
- Mapa de Evento de inundación
- Mapa de Amenaza de inundación
- Mapa de Vulnerabilidad de inundación
- Mapa de Riesgo de inundación
- Mapa de Zonificación de inundación
- Mapa de Emergencia de inundación

### **Mapa preliminar o susceptibilidad de inundación**

La información que se presenta en los mapas de susceptibilidad de inundación es de tipo indicativa y se constituye en un referente para identificar zonas en las cuales se precisan análisis más detallados que permitan caracterizar de forma más precisa la dinámica de las inundaciones.

<b>Definición/ Contenido</b>	Estos mapas indican el tipo de inundación (lenta o súbita) y los límites externos para un evento extremo. Son el primer paso para elaborar mapas más detallados.
<b>Escala</b>	Son mapas elaborados a baja escala. 1:500.000 a 1:25.000
<b>Propósito y uso</b>	Facilitar la planeación estratégica nacional o regional de programas de inventario de inundaciones, de emergencias y de gestión de riesgos
<b>¿Cómo se elabora?</b>	Mediante la superposición de áreas potencialmente inundables, usos del suelo y otros parámetros que representen daño potencial, es decir, la superposición de mapas topográficos, imágenes de satélite o mapas de uso del suelo.

### **Mapa de evento de inundación.**

<b>Definición/ Contenido</b>	Muestran los eventos de inundaciones ocurridos en el pasado con su respectiva extensión de la inundación registrada por diferentes medios. Incluyen límites de la inundación, nivel de inundación registrado, caudales, profundidades y secciones transversales.
<b>Escala</b>	La escala es muy variable, depende del tamaño de la cuenca y la información disponible del evento de inundación. Entre 1:5.000 a 1:250.000.

<b>Propósito y uso</b>	Facilitar/ la implementación de esquemas de mitigación de inundaciones y ayudar a reducir significativamente la probabilidad de futuros eventos en áreas anteriormente inundadas. Ayudando a concientizar a la población a partir de los eventos pasados recalando la amenaza prevaleciente. Además, sirve para validar modelos hidrológicos e hidráulicos para los mapas de amenaza de inundación.
<b>¿Cómo se elabora?</b>	A partir de eventos recientes o pasados, cuya información ha sido obtenida a partir de fuentes como documentos históricos o imágenes de satélite debidamente interpretadas y verificadas.

### Mapa de Amenaza de inundación

<b>Definición/ Contenido</b>	Los mapas de amenaza de inundación ponen a disposición información gráfica de la inundación pronosticada para uno o varios eventos de probabilidad. Los mapas de amenaza de inundación forman la base para los mapas de riesgo de inundación, mapas de emergencia de inundación y otros mapas relacionados.
<b>Escala</b>	La escala estándar es de 1:5.000 a 1:25.000. Una escala de 1:10.000 es una buena escala de planeación con el fin de identificar estructuras inundables. Los mapas cubren primordialmente áreas pobladas, desarrolladas o en desarrollo, así como rutas de tráfico.
<b>Propósito y uso</b>	Orientar la evaluación técnica del riesgo de inundación, desarrollo de planes de mitigación de inundaciones, preparación de esquemas de manejo integral del riesgo de inundación y la planificación urbana local, ayudando a las diferentes partes involucradas, en la toma de decisiones en la gestión de inundaciones.
<b>¿Cómo se elabora?</b>	Se elabora a partir de la incorporación de información para una probabilidad de ocurrencia como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión de la inundación (áreas cubiertas por el agua)</li> <li>• Velocidad del flujo (m/s)</li> <li>• Profundidad del agua (m)</li> <li>• Además de otros parámetros de amenaza como:</li> <li>• Velocidad de la propagación de la inundación (Km/h)</li> <li>• Profundidad * Velocidad (m*m/s), el cual es un indicador del grado de amenaza.</li> </ul>

### Mapa de Vulnerabilidad de inundación

<b>Definición/ Contenido</b>	Indican el daño potencial a personas, bienes, infraestructura y actividades económicas expuestas a inundaciones (vulnerabilidad), directa o indirectamente.
------------------------------	---

	<p>Muestran las posibles consecuencias de un evento de inundación en la actividad humana.</p> <p>La vulnerabilidad a las inundaciones depende de las personas expuestas, los activos y la infraestructura, por un lado, y la magnitud del peligro por el otro (la profundidad del agua, la velocidad del flujo y la duración de la inundación).</p>
<b>Escala</b>	<p>1:100.000 y 1:25.000 son apropiadas para obtener una visión general del daño potencial.</p> <p>Se necesitan escalas mayores (1:5.000 a 1:25.000) para la planificación de emergencia, mostrando, por ejemplo, grupos particulares de población vulnerable, incluidas las personas de edad y los discapacitados, así como la infraestructura de la línea de vida.</p>
<b>Propósito y uso</b>	<p>Los mapas de vulnerabilidad proporcionan la base para mapas de riesgo de inundación que apoyan las decisiones de gestión de riesgo de inundación y, si cuentan con una actualización regular, son la entrada necesaria para la planificación de las contramedidas para la emergencia.</p>
<b>¿Cómo se elabora?</b>	<p>Puede incluir una capa independiente o conjunta con variables como: personas expuestas, activos, infraestructura, magnitud del peligro, profundidad del agua, velocidad del flujo y duración de la inundación.</p> <p>Los parámetros de vulnerabilidad pueden variar rápidamente con el tiempo. Por lo tanto, se debe construir una base de datos para actualizar regularmente.</p>

### Mapa de Riesgo de inundación

<b>Definición/ Contenido</b>	<p>Los mapas de riesgo de inundación integran las amenazas potenciales con las vulnerabilidades sobre las actividades económicas, cuando se exponen a inundaciones de un rango de probabilidades.</p> <p>El riesgo es el único parámetro que permite una comparación de los diferentes riesgos y es una necesidad en la evaluación económica.</p>
<b>Escala</b>	<p>Dado que el riesgo es un parámetro agrupado, los detalles son menos importantes y la escala puede variar de 1: 100.000 a 1: 10.000 según su finalidad: el uso del suelo (asentamientos urbanos, industriales, agrícolas) o el tipo de daño (monetario, ambiental y social).</p>
<b>Propósito y uso</b>	<p>Los mapas de riesgos son un instrumento de evaluación que apoya el establecimiento de prioridades para las medidas de reducción de riesgo; en diferentes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de inundaciones: Al comparar diferentes mapas de riesgo (basados en escenarios con y sin contramedidas) el efecto global de las medidas puede evaluarse, tal como el análisis costo-beneficio.</li> <li>• Planificación del uso de la tierra: se ocupa del desarrollo futuro y, por lo tanto, necesita mapas de riesgos. Permite ver las consecuencias de los errores del pasado.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguros: Los mapas de riesgo proporcionan información sobre el valor de los activos expuestos y ayudan a las compañías de seguros a fijar las primas para los contratos individuales.</li> </ul>
<b>¿Cómo se elabora?</b>	Es una integración de mapas de amenazas potenciales y mapas de vulnerabilidad que muestra el daño medio por unidad de área, normalmente expresado en términos monetarios (pérdida potencial por unidad de área y tiempo).

### Mapa de Zonificación de inundación

<b>Definición/ Contenido</b>	<p>Los mapas de zonificación por inundación muestran las amenazas existentes, clasificadas en zonas con nivel de amenaza bajo, medio o alto, a partir de una “adaptación” de los mapas de amenaza por inundación con el objetivo de realizar una mejor y más detallada planificación de los municipios.</p> <p>La planificación del uso de la tierra no influye en los riesgos existentes, pero se pueden inducir cambios en el uso de la tierra. La planificación es la medida más efectiva para frenar el actual aumento continuo del riesgo y el potencial de daño.</p>
<b>Escala</b>	1:25.000 a 1:10.000
<b>Propósito y uso</b>	<p>Con su elaboración, los planificadores localizan las áreas con exposición limitada a los peligros, de acuerdo con los diferentes usos de la tierra (asentamientos humanos, industrias, infraestructura o agricultura). Brindando las herramientas necesarias para que los códigos de construcción estén vinculados según las zonas de amenaza; recordando que la construcción se debe adaptar a la situación de amenaza, y no de manera contraria, lo cual es imposible.</p> <p>Tiene usos similares a los mapas de amenaza por inundación llevados a una escala más detallada.</p>
<b>¿Cómo se elabora?</b>	Se podría decir que se realizan a partir de una “adaptación” de los mapas de amenaza por inundación.

### Mapa de Emergencia de inundación

<b>Definición/ Contenido</b>	<p>Los mapas de emergencia de inundación permiten definir la región o las ubicaciones para las cuales se debe establecer el pronóstico, las rutas de la evacuación y la ubicación de los refugios seguros.</p> <p>Destacando la previsión y la alerta como elementos esenciales en la gestión integrada del riesgo para la respuesta ante una situación de emergencia y evitar la pérdida de vidas.</p>
<b>Escala</b>	1:10.000 a 1:2.000

<b>Propósito y uso</b>	<p>Facilitar la actuación rápida y estratégica en la advertencia, planificación de emergencias y operaciones de rescate a las entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastre.</p> <p>La respuesta a las inundaciones necesita una preparación cuidadosa, ya que el tiempo para responder es un factor limitante. Los planes de preparación para emergencias se basan en varios escenarios probables que podrían desarrollarse durante las inundaciones, incluyendo los peores escenarios</p>
<b>¿Cómo se elabora?</b>	<p>Se elabora con base en los mapas de amenaza riesgo y vulnerabilidad, dependiendo del propósito. Así, se desarrollan sobre una base de necesidades. Sin embargo, el mapa de base adecuado y la información adicional son relevantes para una emergencia.</p>

## 5.2. AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

La guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa SGC plantea tres grandes etapas: **1) análisis del riesgo**, **2) evaluación del riesgo**, y **3) mitigación y prevención del riesgo**, cada una de ellas consta de una serie de elementos y procesos que, de acuerdo con el tipo de evaluación que se realice, pueden ser de mayor o menor grado de detalle y complejidad.

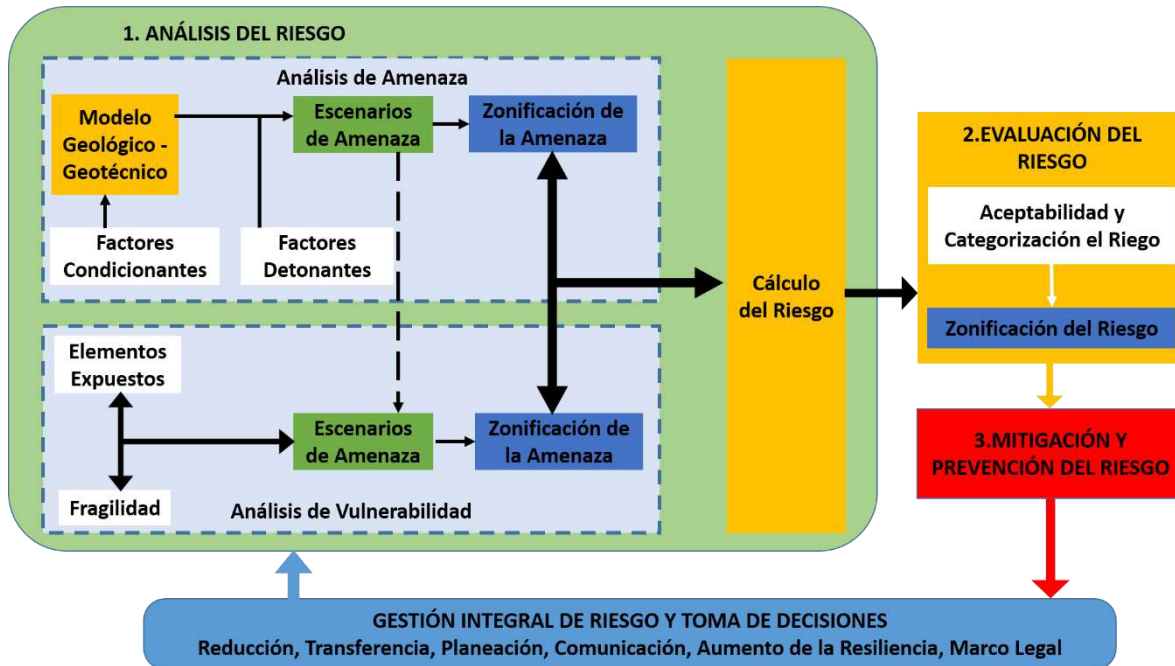


Figura 4. Proceso de la gestión integral del riesgo para movimientos en masa en Colombia. Tomado de SGC, 2015.

### Análisis del riesgo

Según la Ley 1523 de 2012, el análisis del riesgo implica la consideración de las causas y las fuentes del riesgo, consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales, y sus probabilidades.

El principal resultado del análisis del riesgo es el denominado cálculo del riesgo, que se compone de una estimación de daños, costos asociados y pérdidas potenciales, en caso de llegase a ocurrir una situación de emergencia. Se incluye la aplicación de métodos y procesos para cuantificar el riesgo a partir de los escenarios de amenaza identificados y de las condiciones de vulnerabilidad que se relacionan con tales escenarios.

## **Análisis de la amenaza**

El análisis de la amenaza se realiza en tres fases principales: la definición de un modelo geológico-geotécnico, el planteamiento de los escenarios de amenaza y la zonificación de la amenaza, generando como resultado final y principal de todo el análisis los mapas de amenaza.

Las áreas de amenaza alta definidas en los estudios básicos en los que se identifiquen elementos expuestos, áreas urbanizadas ocupadas o edificadas, así como aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales, se consideran áreas en condición de riesgo y se priorizan para llevar a cabo estudios detallados. Por su parte, las zonas desocupadas categorizadas como de amenazas media y alta, y clasificadas como suelo urbano, de expansión urbana o centro poblado rural, se consideran zonas con condición de amenaza y también se deben evaluar en estudios detallados

La cartografía relacionada con los temas de geología para ingeniería y elementos geomorfológicos en los estudios de zonificación de amenaza por movimientos en masa detallados es la misma que la generada en los estudios básicos,

La zonificación de la amenaza obtenida en los estudios de detalle debe contener, además de la probabilidad de falla de los taludes, la caracterización del proceso amenazante en materia de ubicación, clasificación del tipo de movimiento, material, magnitud, distancia de viaje, velocidad e intensidad, datos básicos para llevar a cabo los análisis cuantitativos de vulnerabilidad y riesgo.

### **Definición de un modelo geológico-geotécnico,**

La definición del modelo geológico-geotécnico incluye la consideración de los factores condicionantes (características geológicas geomorfológicas y geotécnicas y la intervención antrópica) y los factores detonantes (lluvia y sismos). Al final de esta etapa se obtiene un mapa de zonas homogéneas desde el punto de vista de características y comportamiento esperado.

### **Planteamiento de los escenarios de amenaza**

Permite caracterizar la amenaza en términos de ubicación, clasificación, material, tamaño, distancia de viaje, velocidad y frecuencia de ocurrencia, para integrarla con los escenarios de vulnerabilidad en la fase de análisis de vulnerabilidad.

### **Zonificación de la amenaza**

Se realiza la definición de las áreas de amenaza representado en el mapa de zonificación de amenaza, el cual ayuda en la toma de decisiones con un primer nivel de conocimiento, para la aplicación de las posteriores fases para la elaboración de estudios de riesgo.

## **Análisis de la amenaza por movimientos en masa**

El movimiento en masa equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas. La terminología y clasificación de movimientos en masa para este documento es conforme a la Guía para la evaluación de amenazas por movimientos en masa propuesta por el Proyecto Multinacional Andino (PMA), adoptada por Colombia (PMA: GCA, 2007), en la que movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.<sup>9</sup>

Para efectuar los estudios de amenaza se requiere la cartografía básica del área de análisis a escala 1:5000 y a partir de ella se genera la cartografía temática, correspondiente a cartografía geológica en unidades de geología para ingeniería, la cartografía geomorfológica en cuanto a elementos geomorfológicos y la cartografía de cobertura y uso del suelo. Además, se debe hacer un inventario de movimientos en masa y un registro histórico de estos (catálogo).

Tanto el catálogo como el inventario de los movimientos en masa permiten identificar las características de los eventos, su distribución espacial y temporal y su relación con los factores detonantes. La intervención antrópica se considera en los análisis a partir de la información de cobertura y uso del suelo y de los mismos levantamientos de cartografía básica,

Las áreas de amenaza alta definidas en los estudios básicos en los que se identifiquen elementos expuestos, áreas urbanizadas ocupadas o edificadas, así como aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales, se consideran áreas en condición de riesgo y se priorizan para llevar a cabo estudios detallados. Por su parte, las zonas desocupadas categorizadas como de amenazas media y alta, y clasificadas como suelo urbano, de expansión urbana o centro poblado rural, se consideran zonas con condición de amenaza y también se deben evaluar en estudios detallados.

La zonificación de la amenaza obtenida en los estudios de detalle debe contener, además de la probabilidad de falla de los taludes, la caracterización del proceso amenazante en materia de ubicación, clasificación del tipo de movimiento, material, magnitud, distancia de viaje, velocidad e intensidad, datos básicos para llevar a cabo los análisis cuantitativos de vulnerabilidad y riesgo.

Las áreas con condición de riesgo se identificarán a partir del análisis de las áreas zonificadas como de amenaza alta en los estudios básicos, con la información cartográfica disponible

---



(predial o catastral, entre otras) que permita identificar la existencia de elementos expuestos, de áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como de aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales. Con esta información se elabora el mapa con la delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo y se establecen los criterios para la caracterización y delimitación de las unidades de análisis que dependen del fenómeno a estudiar y la priorización para la realización de los estudios detallados a escala 1:2000 que permitirán categorizar el riesgo.

**Estudios básicos de amenaza por movimiento en masa.** Los estudios básicos de amenaza se realizan a una escala 1:5000, debido al tamaño relativamente pequeño de los municipios que se van a zonificar, con base en métodos de análisis determinísticos, considerado el método más apropiado a esta escala<sup>10</sup>. El objetivo de estos estudios es determinar las condiciones de amenaza por movimientos en masa en los suelos urbanos, suburbanos, periurbanos, de expansión y rurales, de tal modo que respondan a la necesidad de gestión del municipio en aquellas zonas identificadas como de presión urbanística; siguiendo las siguientes especificaciones mínimas:

**1. Área de estudio:** Este tipo de estudios se realizarán en zonas con relieve escarpado, montañoso y ondulado, con pendientes iguales o superiores a 5 grados, más los taludes marginales de cauces y las zonas planas que puedan recibir los efectos de los movimientos en masa. Además de aquellas áreas urbanas y de expansión urbana con pendiente menor a 5 grados que hayan presentado problemas de inestabilidad y subsidencia debido a problemas geotécnicos o al desarrollo de actividades antrópicas.

Una herramienta esencial en el estudio de esta amenaza es la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, creada por el Servicio Geológico Colombiano, en su capítulo 2 donde se hace un análisis del área de estudio e información básica.

**2. Insumos:** Los insumos mínimos son una cartografía base (que incluya coordenadas, curvas de nivel, drenajes, red vial, infraestructura y equipamientos, asentamientos humanos) y un inventario de procesos morfodinámicos; ambos insumos ajustados a la escala de trabajo correspondiente.

Nota: Para los estudios de suelos urbanos y de expansión urbana deben elaborarse adicionalmente la geología para ingeniería y la geomorfología aplicada a movimientos en masa a nivel de elementos geomorfológicos.

Por su parte, para los estudios de suelos rurales adicionalmente se realiza la geología, las unidades geológicas superficiales, la geomorfología aplicada a movimientos en masa a nivel de subunidades geomorfológicas y cobertura y uso del suelo.

---

<sup>10</sup> Según el SGC, 2015<sup>a</sup>. Pag 34

**3. Alcance:** Esta relacionado con la integración de las variables que inciden en la ocurrencia de los procesos de inestabilidad, considerando los agentes detonantes como el agua, los sismos y los factores antrópicos; y plantea se debe hacer algún tipo de análisis (estadísticos, determinísticos o probabilísticos) como mínimo.

Tanto actual como futura, (cortes, excavaciones, rellenos y construcciones en general) la integración de las variables que inciden en la ocurrencia, tanto actual como futura de los procesos de inestabilidad, considerando como agentes detonantes el agua, el sismo y los factores antrópicos, y plantea que como mínimo se debe hacer alguno de los siguientes tipos de análisis: estadísticos, determinísticos o probabilísticos.

Los análisis se realizarán en función de la magnitud de la amenaza, su intensidad, consecuencias y la disponibilidad de información.

**Zonificación:** Para la zonificación de la amenaza, esta se categorizará en alta, media y baja, que se establece según el método empleado. En todo caso las áreas con procesos activos se consideran en la categoría alta.

**4. Productos:** Como resultado de los estudios, se elaboran los mapas de zonificación de amenaza por movimientos en masa. La leyenda deberá incluir la descripción de las características físicas de las unidades según la categoría establecida, los tipos de procesos predominantes y los posibles daños que se pueden generar. Se deberá elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.

**Los estudios detallados por movimiento en masa** para determinar su categorización deben cumplir lo siguiente:

**1. Área de estudio:** Son las áreas con condiciones de riesgo y amenaza surgidas a partir de los estudios básicos. Estas áreas podrán ser precisadas con base en la geoforma de la zona objeto de análisis.

**2. Insumos:** Se consideran como insumos mínimos según el artículo 15 del decreto 1807 para estos estudios detallados, siempre con la escala indicada para las diferentes zonas rurales o urbanas.

- a. Geología para ingeniería.
- b. Geomorfología a nivel de elementos.
- c. Hidrogeología, con énfasis en comportamiento de los niveles freáticos.
- d. Evaluación del drenaje superficial.
- e. Sismología.
- f. Uso del Suelo.
- g. Exploración del subsuelo.

h. Levantamiento topográfico, incluyendo la información predial o catastral.

**3. Alcance:** El análisis de la amenaza a nivel detallado se realiza empleando por lo menos métodos determinísticos y modelos matemáticos, en función de la dinámica del movimiento en masa objeto de análisis. Como parte del análisis de amenaza se debe tener en cuenta las causas de la inestabilidad del terreno, considerando dentro de los agentes detonantes los siguientes factores: agua, sismo y procesos antrópicos (cortes, excavaciones, rellenos y construcciones en general), mediante el análisis mínimo de tres escenarios.

**4. Productos:** Mapas de zonificación de amenaza por movimientos en masa

Se debe elaborar un documento técnico que contenga la metodología empleada y los resultados obtenidos.<sup>11</sup>

### **Evaluación del movimiento en masa.**

Algunas de las Herramientas más representativas que se deberían usar, y se han usado para la evaluación de la amenaza en el territorio colombiano se las mostramos a continuación.

Gracias a Instituciones como el Servicio Geológico Colombiano, IGAC, IDEAM, y universidades como la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander (UIS), Universidad EAFIT, Universidad de Pamplona, Universidad de Caldas han venido generando metodologías, mapas de amenaza que iniciaron con factores inherentes y desencadenantes permitiendo definir las provincias con la mayor amenaza relativa, hasta llegar a los mapas de susceptibilidad y amenaza relativa.

Algunas Herramientas que podrán usar para el estudio de la amenaza de movimiento en masa:

- Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa a escala 1:100.000. del SGC, IDEAM, la Universidad (UPTC), Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá y Medellín, Universidad (UIS), Universidad EAFIT, Universidad de Pamplona, Universidad de Caldas.
- La información de suelos edáficos por departamento del IGAC.
- Guías metodológicas para estudios a escala por parte del SGC.
- Planchas de cartografía Geológica, escala 1:100.000 del SGC.
- Lineamientos y Directrices de Ordenamiento Territorial del Departamento de Santander.
- Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes UNGRD

---

<sup>11</sup> Artículo 15. Decreto 1807 del 19 de septiembre de 2014.

- Repositorio Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres

El SGC, institución especializada en movimientos en Masa realiza en el 2013 el Diagrama de la metodología para la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100.000, basándose en el método Heurístico; diagrama que encontramos en su guía metodológica.

### **Análisis de vulnerabilidad**

El análisis de la vulnerabilidad se realiza en dos etapas: la identificación de los escenarios de vulnerabilidad, los cuales se determinan con base en los escenarios de amenaza y consisten en la identificación de los tipos de danos esperados, teniendo en cuenta los elementos expuestos (bienes físicos y personas) y la fragilidad de tales elementos ante el tipo de amenaza definida en el escenario que se evalúa. Y la zonificación de la vulnerabilidad que consiste en la construcción de los mapas en los que se identifican/determinan/destacan las zonas con vulnerabilidad alta, media y baja.

### **Cálculo del riesgo**

El principal resultado del análisis del riesgo es el denominado cálculo del riesgo, que se compone de una estimación de daños, costos asociados y pérdidas potenciales, en caso de llegase a ocurrir una situación de emergencia

El cálculo del riesgo se evalúa para cada uno de los elementos expuestos (bienes y personas) como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad y se presenta de dos maneras diferentes; como un valor total de perdidas probables por año en el caso de los bienes físicos y como un numero probable de personas afectadas (muertas o heridas) por año en el caso de la vidas humanas.

### **Evaluación del riesgo**

#### **Aceptabilidad y categorización del riesgo**

Básicamente es comparar los resultados de la etapa de análisis del riesgo con criterios de seguridad, aceptabilidad o tolerancia, con el fin de definir los niveles de riesgo alto, medio o bajo; la Ley 1523 de 2012 expresa la necesidad de determinar si el riesgo alto es mitigable o no mitigable.

#### **Zonificación del riesgo**

Consiste en plasmar en mapas las zonas de riesgo bajo, medio, alto mitigable y alto no mitigable, de acuerdo con los criterios antes definidos.

## Mitigación y prevención del riesgo.

Busca identificar las medidas requeridas para reducir los danos potenciales ante la probable ocurrencia de los procesos de remoción en masa y comparar, mediante un análisis de costo-beneficio, las medidas más convenientes para ser adoptadas. Es importante aclarar que estas medidas de mitigación y prevención del riesgo son específicas y particulares para cada uno de los casos/situaciones presentadas, ya que son el resultado de los estudios específicos de riesgo que realizados, por lo tanto

### **Recomendaciones en la presentación de resultados**

Un estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala de detalle debería incluir un resumen ejecutivo, dirigido a los tomadores de decisiones y a la comunidad en general, en el que se señalen los aspectos más importantes del estudio, así como sus resultados, conclusiones y recomendaciones, al igual que un informe final que contenga información como:

1. Generalidades
2. Información base  
Cartografía básica, Geomorfología, Geología para ingeniería, Agua subsuperficial, Sismología y Cobertura y uso del suelo.
3. Análisis de amenaza
4. Análisis de vulnerabilidad
5. Análisis del riesgo

#### Mapas y anexos

Entre los planos, hay que presentar los siguientes:

Mapas de elementos geomorfológicos a escalas 1:5000 y 1:2000, geología para ingeniería a escalas 1:5000 y 1:2000, Mapa de cobertura y uso del suelo a escala 1:5000, zonificación geotécnica a escalas 1:5000 y 1:2000, Mapa de zonificación de amenaza a escalas 1:5000 y 1:2000, Mapa de zonificación de vulnerabilidad a escala 1:2000 y zonificación de riesgo a escala 1:2000.

### 5.3. AMENAZA POR SISMOS

Los sismos son movimientos del suelo generados por los procesos de liberación repentina de energía que puede ocurrir por el contacto entre placas tectónicas o por fallas localizadas en la corteza de la Tierra.

La amenaza por sismos es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad estadística de la ocurrencia (o excedencia) de cierta intensidad sísmica (o aceleración del suelo) en un determinado sitio, durante un período de tiempo.

Según la Asociación de Ingeniería Sísmica (1996), la Amenaza Sísmica está definida como un “fenómeno físico asociado a un sismo, tal como el movimiento fuerte del terreno o falla del mismo, que tiene el potencial de producir una pérdida”. Por otra parte, “el peligro que induce la actividad sísmica de una zona sobre regiones aledañas a poblaciones o asentamientos humanos ha derivado en la necesidad de establecer por una parte parámetros claros que definan el nivel de amenaza de la zona, así como metodologías generales que permitan estimar dichos parámetros” (ERN, 2008).<sup>12</sup>

**Los estudios por amenaza de sismos** deben contener los requisitos mínimos que se establecen en las normas sismo resistentes colombiana, las cuales comprenden las nuevas normas NSR-10, insumo necesario para la realización de estudios de microzonificación y de riesgo sísmico dentro del territorio nacional.

Para realizar los estudios por amenaza de sismos, es esencial contar con la microzonificación sísmica, que consiste en la identificación y caracterización geotécnica y geológica de cada sitio para poder evaluar la respuesta de los suelos frente a terremotos; para esto se requiere:

- Consolidación de una base de datos de eventos sísmicos. Para este tema es muy confiable entrar a la página del Sistema Geológico Colombiano y tomar su base de datos (<https://www2.sgc.gov.co/sismos/sismos/ultimos-sismos.html>)
- Determinación del área de influencia del sitio para el cual se determina la amenaza sísmica
- Asignación de eventos sísmicos a fallas y definición del corredor de las fallas
- Distribución de Magnitudes y Relaciones de atenuación

---

<sup>12</sup> [http://bdigital.unal.edu.co/5110/1/299996.2011\\_pte.\\_1.pdf](http://bdigital.unal.edu.co/5110/1/299996.2011_pte._1.pdf)

- Definición de ecuaciones de longitud de ruptura
- Definición de ecuaciones de aceleración en función de Magnitud y Distancia epicentral

La evaluación de la amenaza sísmica implica la identificación y evaluación de las fuentes de sismos, utilizando para esto las evidencias de actividad de fallas geológicas (geotectónica) y la ocurrencia de sismos en el pasado (sismicidad histórica) y el presente (redes sismológicas). La sismicidad histórica permite confirmar la ocurrencia de sismos en el pasado y estimar la distribución geográfica de la intensidad, pero es la instrumentación la más útil para el análisis de la amenaza sísmica; es por esto que se han desarrollado modelos simplificados que permiten estimar las variables fundamentales involucradas en el cálculo de la amenaza sísmica, lo cual permite dar un tratamiento científico al problema.

Para la evaluación probabilista de la amenaza sísmica, en general se pueden identificar cuatro etapas: 13

- 1) selección del modelo geométrico y zonificación tectónica.
- 2) selección del modelo de sismicidad y estimación de sus parámetros.
- 3) selección de las relaciones de atenuación de movimiento fuerte y asignación a las fuentes sismogénicas.
- 4) cálculo de la amenaza sísmica (Salgado et al., 2010; 2015).

La zonificación de la amenaza sísmica se divide en:

- **Zona de Amenaza Sísmica Baja:** definida para aquellas regiones cuyo sismo de diseño no excede una aceleración pico efectiva de 0.10g.
- **Zona de Amenaza Sísmica Intermedia:** definida para regiones donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.10g y menores o iguales de 0.20g.
- **Zona de Amenaza Sísmica Alta:** definida para aquellas regiones donde se esperan temblores muy fuertes con valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.20g.

Los estudios de amenaza sísmica son de especial importancia para el desarrollo de normas y requisitos sísmicos para el diseño y construcción de nuevas edificaciones e infraestructura,

así como para el reforzamiento de las ya existentes de acuerdo al nivel de amenaza. Igualmente es indispensable para la definición de los planes de ordenamiento territorial, pues permite identificar las zonas de mayor actividad sísmica y gestionar acciones que reduzcan o prevengan el riesgo sísmico en el territorio, entendido éste como pérdidas potenciales.



#### 5.4. AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES

Los incendios aparecen cuando hay presencia de tres elementos: combustible, calor y oxígeno. La interacción de estos elementos es conocida como el “triángulo del fuego”. También existen factores como la topografía, las condiciones climáticas, tiempo atmosférico y preparación en atención de emergencias, la que ayudan a la materialización de los incendios forestales que son la amenaza que se quiere analizar.

Cuando los incendios forman parte de la historia natural de un ecosistema determinado, lo hace dentro de un espectro que permite predecir –con cierto nivel de incertidumbre– los atributos de los eventos por ocurrir (frecuencia, patrón espacial, estacionalidad, intensidad, severidad, fuente principal de ignición) en un área determinada (Van Wilgen y Scholes, 1997, citado por Getzin, 2002; Gill y Allan, 2008). En Colombia los incendios se presentan principalmente en las temporadas secas a principios, mediados y a final de año, siendo las poblaciones las de tradición de quemas “controladas” para la adecuación de terrenos con fines agrícolas.

Gracias al IDEAM, en el país se cuenta con un marco de referencia para realizar análisis en el riesgo por incendios de la cobertura vegetal, ya que en el año 2011 se elabora el protocolo para la elaboración de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, escala 1:100.000. La metodología realizada por el IDEAM es un ejemplo significativo de cómo se pueden hacer los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

##### Evaluación de la amenaza

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.

La metodología para la evaluación de la amenaza se realiza a partir de zonificación y calificación de los factores propios del territorio.

- Susceptibilidad de la cobertura vegetal: se obtiene mediante la identificación, cantidad, y duración de los tipos de combustibles presentes en la zona. La clasificación y calificación de la susceptibilidad usada por el IDEAM en el protocolo, se basa en el modelo de combustible desarrollado por Parao 2007.
- Factores climáticos que influyen sobre la humedad y cantidad de combustible presentes se pueden clasificar en precipitación media anual y temperatura media anual.
- Factores de relieve que influyen en la propagación del fuego de acuerdo con las posiciones topográficas, sus relieves.
- El factor histórico refleja la frecuencia de eventos en el área, número de incendios cada año y sus causas específicas.

- La accesibilidad da cuenta de la probabilidad de que la población pueda llegar a áreas forestales, se toma en cuenta las vías de la región.

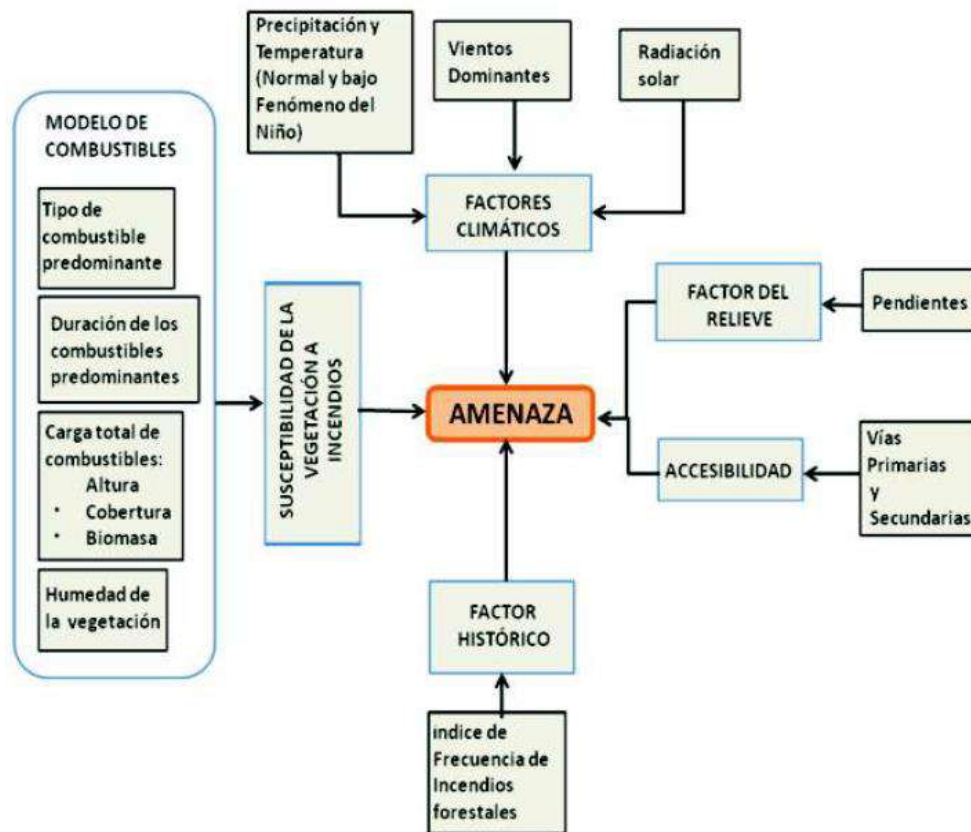


Figura 5. Interrelación entre los factores de amenaza de incendios en la cobertura vegetal. Tomado de IDEAM, 2011.

Para la realización de la evaluación de amenazas de 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 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 estos)
- 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  
Brillo solar

## Evaluación de la vulnerabilidad

La metodología para la evaluación, definición y zonificación de la vulnerabilidad frente a incendios forestales se realiza a partir de los factores de pérdidas o daños de la población, los bienes y el medio ambiente, 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.

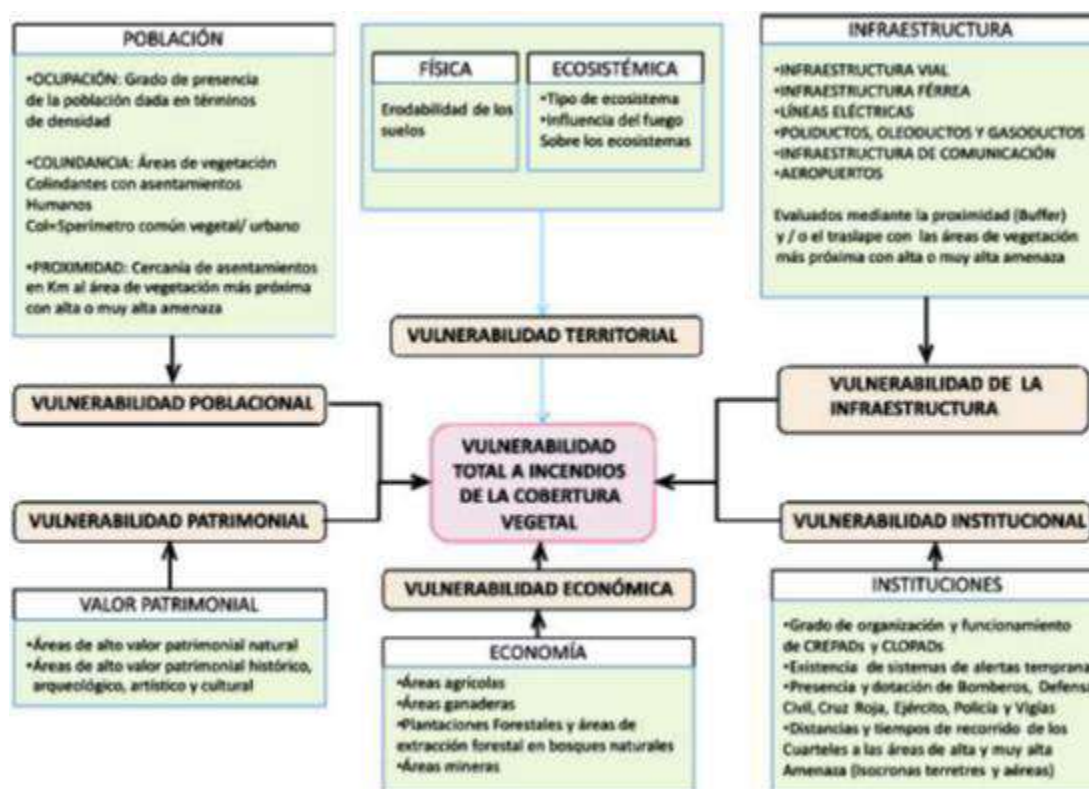


Figura 6. Evaluación y zonificación de la vulnerabilidad frente a incendios forestales. Tomado de IDEAM 2011.

- **Vulnerabilidad poblacional:** la vulnerabilidad la definen en tres indicadores; la Ocupación donde se evalúa y evaluará a partir de la densidad de población tanto en el territorio, Colindancia que es saber cuáles son los asentamientos que tienen contacto con zonas de alto riesgo y Dispersión que es la proximidad en Km de las comunidades con las zonas de alto riesgo.

- **Vulnerabilidad territorial:** Son las características propias del terreno, los distintos tipos de cobertura vegetal existentes, las actividades humanas que afectan el suelo y su ambiente natural y urbano, que impactan el nivel de protección frente a las amenazas.
- **Vulnerabilidad de la infraestructura:** Está relacionado con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas y establecimientos e infraestructura socioeconómica y los efectos que puede llegar a ocasionar un incendio forestal, principalmente en viviendas, vías, puentes, hospitales, estaciones de bomberos, estaciones de policía; entre otras.
- **Vulnerabilidad institucional:** Analiza las fortalezas y debilidades para la atención de emergencias relacionadas con incendios de la cobertura vegetal, se puede analizar la capacidad y competencia de los miembros de los organismos de socorro, el fortalecimiento de sus organizaciones con equipos especializados para la respuesta a emergencias. se podría considerar 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, y la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento.
- **Vulnerabilidad económica:** Constituye el acceso que tiene la población de un determinado conglomerado urbano a los diferentes activos económicos y su capacidad para hacer frente a un desastre. También puede expresarse en áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudiesen ser afectadas por la incidencia de incendios forestales, como el sector agrícola, ganadero entre otros.
- **Vulnerabilidad patrimonial:** Esta dada por los posibles efectos que pudiesen ocasionar los incendios sobre áreas de importancia de patrimonio natural patrimonial histórico, artístico, cultural y religioso.

Evaluación del riesgo

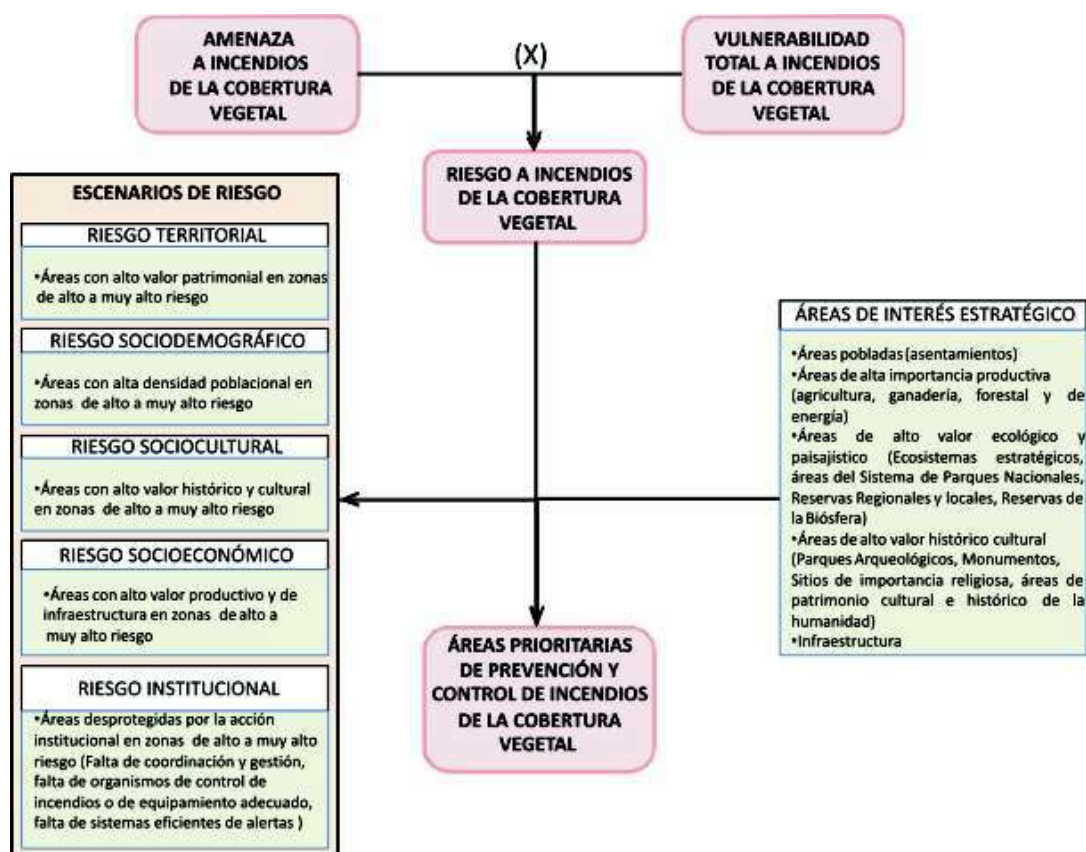


Figura 7. Evaluación, definición y zonificación del riesgo de incendios forestales. Tomado de IDEAM, 2011.

La calificación del riesgo se puede considerar como el producto de la valoración de la amenaza y la valoración de la vulnerabilidad, con un análisis de los posibles escenarios de riesgos en el territorio.

Información requerida en los estudios AVR de incendios de cobertura vegetal son:

- Mapa base que contenga límites político-administrativos, centros poblados, hidrografía, curvas de nivel, vías).
- Mapa de amenaza por incendios forestales
- Mapa de conflictos de uso del suelo
- Mapa de vulnerabilidad total a incendios forestales
- Mapa de densidad de población (urbana y rural)
- Mapa de cobertura vegetal
- Mapa de uso actual 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.
- 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.

Mapa de precipitación media multianual (isoyetas)

Mapa de temperatura media multianual (isotermas)

Mapas históricos de existencia de incendios forestales a nivel municipal

Mapa de pendientes

Mapa vial SOLO DEJAR LOS MAS REPRESENTATIVOS

Algunas Herramientas que podrán usar para el estudio de la amenaza de incendio forestales:

- Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000
- La información de suelos edáficos por departamento del IGAC.
- Lineamientos y Directrices de Ordenamiento Territorial del Departamento de Santander.
- Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes UNGRD
- Repositorio Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres

## 5.5. AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES

Las avenidas torrenciales también conocidas como crecientes, borrascas o torrentes diferentes de las avalanchas, son una amenaza muy común en cuencas de alta montaña y debido a sus características destructivas pueden causar muchos daños en infraestructura y pérdidas de vidas humanas.

Estos fenómenos se originan comúnmente como respuesta a algún detonante como lluvias que superen los valores de precipitación pico en pocas horas saturando los materiales de las laderas o sismos, los cuales facilitan el desprendimiento del suelo, produciendo de esta manera, numerosos desgarres superficiales y deslizamientos cuyo material cae en el cauce de los ríos y quebradas y es transportado aguas abajo, o que se represa y luego se libera violentamente de forma repentina (UNAL MEDELLIN, 2009).

Con el objetivo de analizar e identificar zonas propensas a eventos por avenidas torrenciales en el casco urbano del municipio de La Belleza, Santander se realiza el presente estudio, considerándose los resultados del análisis hidráulico y la estimación de la clase morfométricas de las cuencas a partir de la metodología de Rivas & Soto (2009) en IDEAM (2011).

Es de resaltar que para la estimación correcta de este tipo de amenaza se debe contar con la información listada a continuación:

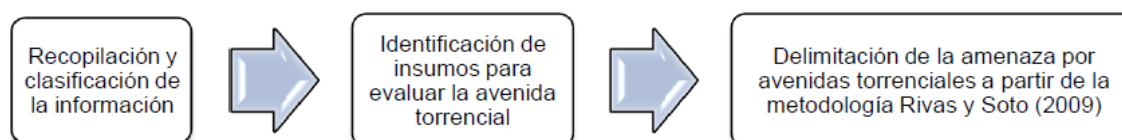
- Presenta la geología de la zona de estudio.
- Identificar y describir los elementos geomorfológicos presentes en el casco urbano del municipio.
- Realizar la caracterización morfométrica de las cuencas presentes en el área de estudio.
- Analizar el comportamiento climatológico del sector de acuerdo a la evaluación espaciotemporal de la precipitación basada en las estaciones disponibles del IDEAM.
- Definir la Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia a partir de los registros de pluviosidad de la zona de estudio.
- Evaluar y analizar la amenaza por avenidas torrenciales en el municipio.

Posterior a esto, se deberán delimitar las áreas de tránsito y contiguas que pueden ser afectadas por eventos de avenidas torrenciales producto del desbordamiento de los cauces, en donde el uso del suelo, la erosión y los movimientos en masa en las márgenes son elementos que contribuyen a la ocurrencia de estos eventos y, por tanto, se deben considerar.

Teniendo en cuenta la información secundaria, la interpretación de fotografías aéreas y la fase de campo se define la información e insumos requeridos para el análisis de la amenaza, en donde la caracterización morfométrica de las cuencas es fundamental para este estudio,

principalmente en la estimación del coeficiente de compacidad, pendiente media de la cuenca y densidad del drenaje, ya que a partir de la relación entre estos parámetros se determina el índice morfométrico de torrencialidad, siendo este índice indicativo de la forma como se concentra la escorrentía, la oportunidad de infiltración, velocidad y capacidad de arrastre de sedimentos en una cuenca, la eficiencia o rapidez de la escorrentía y de los sedimentos hacia el punto de salida de la cuenca después de un evento de precipitación, y con esto, inferir el nivel de amenaza por procesos torrenciales (Rivas & Soto en IDEAM, 2011).

No obstante, los resultados del análisis hidráulico para las cuencas presentes en el área de estudio se tendrán en cuenta para la zonificación de las avenidas torrenciales. La metodología empleada para la ejecución de la evaluación y zonificación de amenazas por avenidas torrenciales se presenta a continuación:



*Figura 8. Metodología para determinar la amenaza por avenidas torrenciales.*

### Estudios básicos de amenaza por avenidas torrenciales.

Para determinar las condiciones de amenaza por avenida torrencial en suelos urbanos, de expansión urbana y rural, los estudios básicos tienen las siguientes especificaciones mínimas:

**1. Área de estudio:** Todos los cauces presentes o con influencia en el municipio o distrito, que por sus condiciones topográficas puedan tener un comportamiento torrencial.

**2. Insumos:** Se debe utilizar como mínimo los siguientes insumos:

- Geomorfología.
- Estudio hidrológico de la cuenca, orientado al flujo torrencial, considerando el ciclo de sedimentos.
- Análisis hidráulico del área a zonificar, teniendo en cuenta factores detonantes como precipitación o movimientos en masa.
- La base cartográfica que se emplee en la zonificación corresponderá a una escala 1:2.000.

**3. Alcance:** Para la zonificación de la amenaza, ésta se categorizará en alta, media y baja, dependiendo de la frecuencia de presentación de los eventos y sus características: la profundidad de la lámina de agua, los materiales de arrastre y la velocidad del flujo. Se utiliza, como mínimo, alguno de los siguientes análisis: estadísticos, determinísticos o



probabilísticos. En todo caso, los análisis se realizan en función de la magnitud de la amenaza, su intensidad, consecuencias y la disponibilidad de información.

4. **Productos:** Mapa de amenaza por avenidas torrenciales, en el cual se delimitan y zonifican los diferentes niveles de amenaza que presenta el territorio estudiado, según lo dispuesto en el presente artículo.

## 6. CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN SANTANDER

### 6.1. INUNDACION

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales más frecuentes en Santander, de ahí la importancia de conocer y entender este fenómeno natural en el departamento para que todos los santandereanos estemos más y mejor preparados ante cualquier emergencia y tener comunidades menos vulnerables.

Las inundaciones en Santander se presentan en las orillas y llanuras de los principales ríos; donde se ubican algunas poblaciones acompañadas de obras de infraestructura y desarrollos agrícolas y ganaderos, incrementando el grado de susceptibilidad y vulnerabilidad de estas poblaciones y provoca el deterioro de la calidad de vida.

El mapa de susceptibilidad a escala 1:100.000 generado para el POD 2018, se realizó con base en información recopilada de inundaciones como mapas de: áreas inundadas periódicamente en el año 2001, áreas inundadas a causa del fenómeno de la niña 2010-2011 y humedales del dpto de Santander; suministrada por las instituciones pertinentes (Instituto Humboldt, CAS e IDEAM). Además del apoyo del mapa de susceptibilidad a inundación definido en el PDGRD del año 2018 generado por la DGRD Santander.

Teniendo esto en cuenta, establecieron que las zonas con alta susceptibilidad a inundación son los cuerpos de agua y humedales permanentes y temporales que se encuentran en el departamento, las zonas de susceptibilidad media son aquellas áreas diferentes a las primeras y que fueron afectadas por el fenómeno de la niña 2010-2011, las zonas de amenaza baja corresponden a zonas de planicie de inundación del río Magdalena con pendientes suaves, definidas en el PDGRD 2018 (POD, 2018).

#### **Análisis de la susceptibilidad de inundación**

Se observa la susceptibilidad a inundaciones en el departamento de Santander, representada por tres categorías: 9% de área con susceptibilidad alta con color rojo, 6 % del área con susceptibilidad media con color amarillo y 18% del área con susceptibilidad baja con color verde; el resto del territorio representado por color gris no representa susceptibilidad a inundaciones. Este mapa de susceptibilidad de inundación indica el daño potencial y posibles consecuencias a los santandereanos y bienes en un evento de inundación en Santander, y sirve como base para generar el mapa de riesgo de inundación del departamento, herramienta fundamental para la toma de decisiones.

De manera regional las inundaciones en el departamento de Santander se manifiestan principalmente al occidente del departamento, donde cruza el Río Magdalena a lo largo de la zona del Magdalena Medio en el piso basal tropical, toda esta parte del departamento presenta una pendiente baja y morfología plana, lo que representa zonas propensas a

ideales para ser llanuras de inundación; por el contrario, el centro y oriente del departamento se encuentra en la zona denominada no susceptible a fenómenos de inundación, más es importante recalcar que este sector si es vulnerable a fenómenos de avenidas torrenciales.

### **Susceptibilidad Alta**

Las zonas con susceptibilidad alta corresponden a 284 109 Ha, el 9.3% del área del departamento y se localizan a lo largo del Valle del Rio Magdalena, al oeste del departamento en el límite con el departamento de Antioquia, además de las confluencias con sus ríos tributarios mayores que entregan sus aguas al Magdalena. Destaca la alta vulnerabilidad de municipios como Barrancabermeja y Puerto Wilches, ya que sus cascos urbanos se localizan en la orilla del rio, lo que aumenta los niveles de exposición de sus pobladores e infraestructura. En total un 9% del área de Santander se localiza en esta zona de susceptibilidad.

### **Susceptibilidad Media**

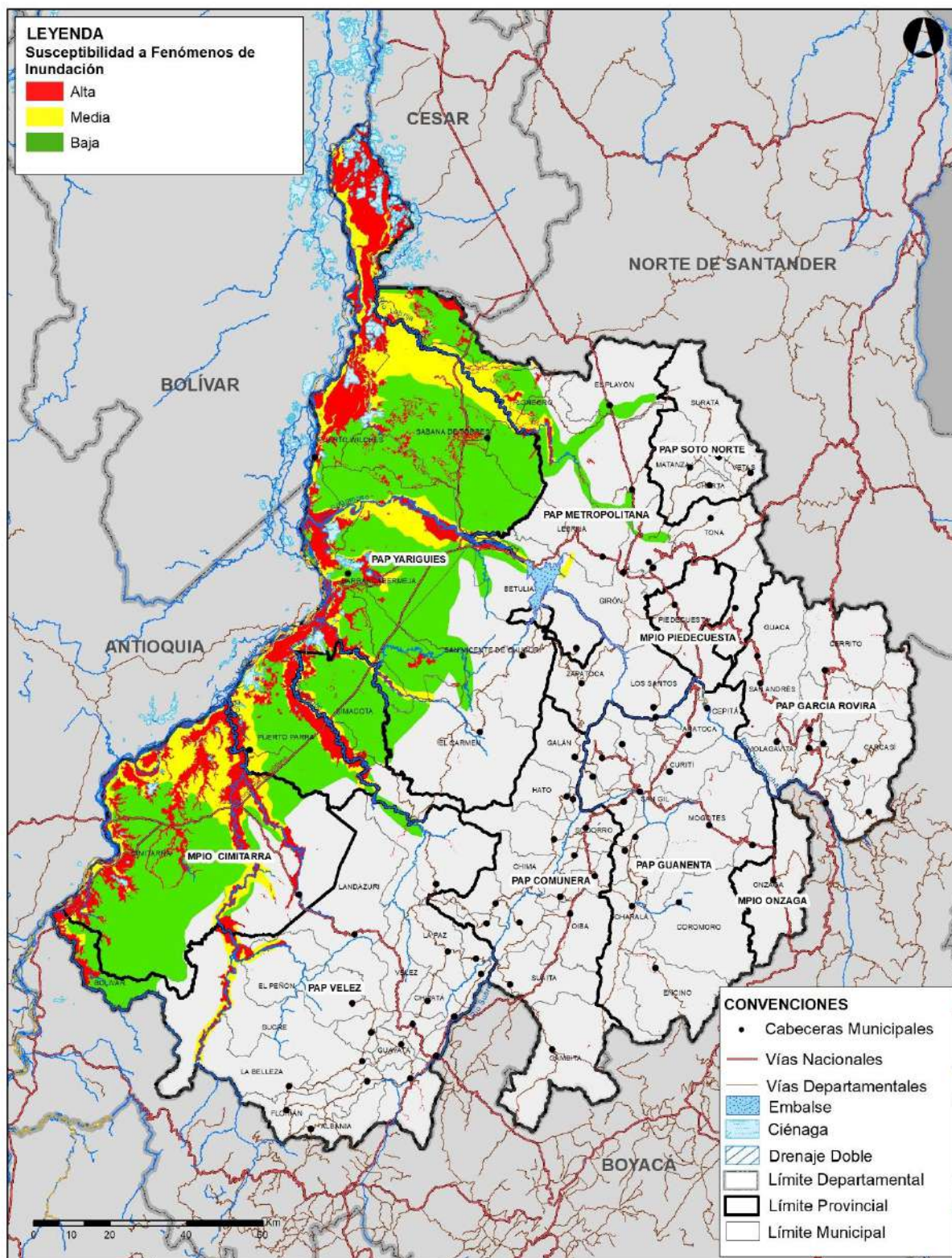
El 6.1% del departamento presenta una susceptibilidad media a inundaciones, lo que corresponde a 186 131 Ha. Se concentra en los valles de los siguientes ríos en importancia en Santander que provienen de la cordillera Oriental Colombiana, como los ríos Carare, Opon, Oponcito, Sogamoso y Lebrija. Además de algunas pequeñas zonas donde el Magdalena disminuye su posible impacto.

### **Susceptibilidad Baja**

La zona de susceptibilidad media corresponde a 560 179 Ha, el 18.3% del departamento. Se localizan en las zonas con relieve bajo incluidas dentro de la planicie de inundación del Rio Magdalena, pero no tan cercanas al rio y donde la exposición de los elementos, como población y bienes, es baja.

### **No susceptible**

La zona centro y Oriente del departamento se encuentra dentro de la zona no susceptible, debido a su relieve o topografía de montaña donde no ha lugar para llanuras o planicies de inundación; aunque en esta zona predominan las corrientes torrenciales, lo que configura como susceptible a otro fenómeno naturales como lo son las avenidas torrenciales. En total 2 025 416 Ha del departamento se encuentra en esta categoría, es decir un 66% del área total.

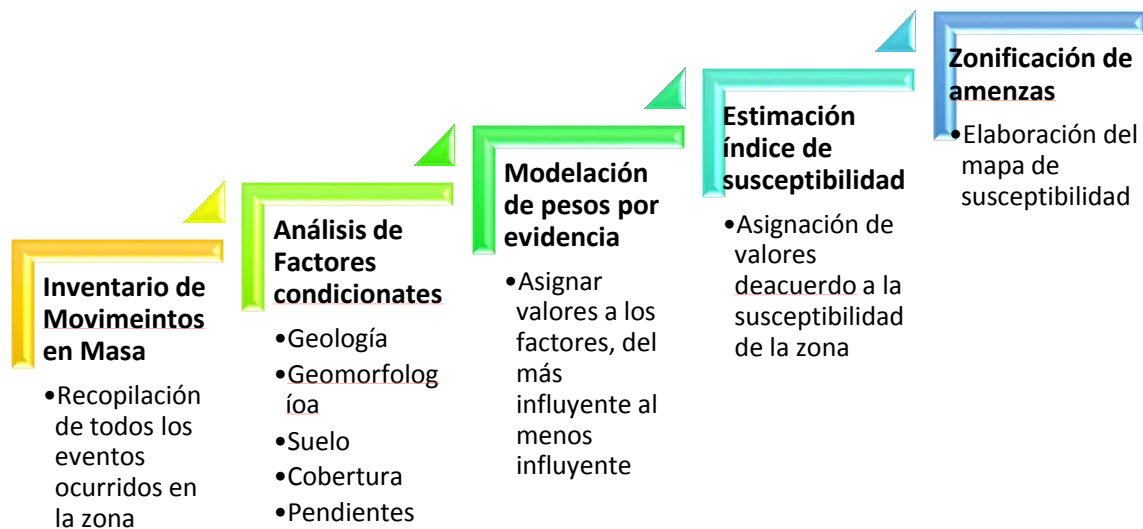


Mapa 1. Mapa de susceptibilidad a fenómenos de inundación en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).

## 6.2. MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa tienen un alto grado de afectación en Santander debido al porcentaje del área que presenta las condiciones propicias para la ocurrencia de este fenómeno, como las altas pendientes, usos del suelo inapropiados, fuertes precipitaciones, inestabilidad del terreno, entre otros.

Se analiza a partir del mapa de amenaza de fenómenos de remoción en masa del departamento, realizado a partir de un inventario movimientos en masa reportados en el SIMMA y el análisis de imágenes satelitales, luego analizar los factores condicionantes para que el evento ocurra, asignar un valor a estos factores para realizar un modelado de pesos de evidencia, a partir de esto estimar el índice de susceptibilidad en las diferentes zonas y posteriormente se convertirá esa susceptibilidad en la zonificación de la amenaza.



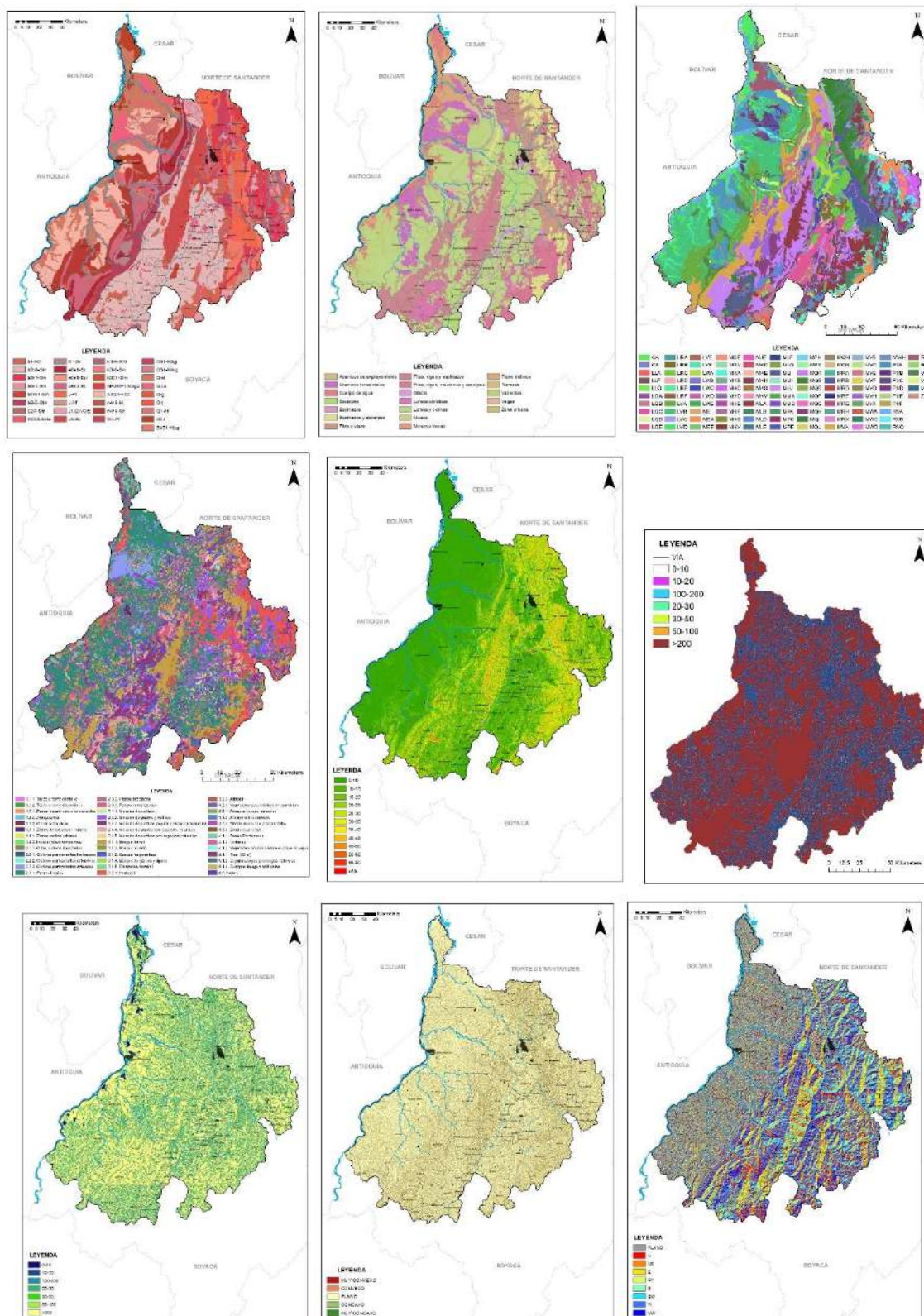
*Figura 9. Proceso para la elaboración del mapa de amenaza por movimientos en masa.*

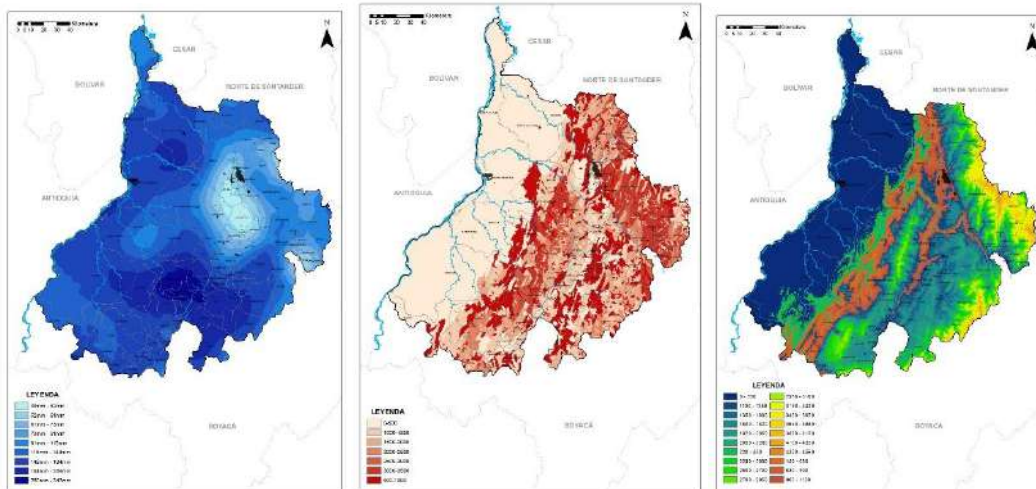
El mapa de amenaza a escala 1:100.000 generado para el POD 2018, se basó en una metodología denominada modelación de pesos de evidencia, un método estadístico bivariado que evalúa factores intrínsecos los cuales estarán asociados a las áreas inestables mediante la asignación de pesos, con el fin de definir con significancia los parámetros físicos que contribuyen a la ocurrencia del deslizamiento; esta metodología funciona de manera adecuada para la zonificación de amenaza a nivel rural.

Se tienen en cuenta inicialmente la mayor cantidad de factores posibles que de alguna manera puedan influir en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, como lo son: Geología, geomorfología, suelo, cobertura vegetal, pendientes distancia a la vía, distancia a



cuerpos de agua, geomorfología, aspecto, precipitación, altura del talud y elevación (Ver mapas).





La asignación de la importancia sobre la posibilidad de generación de procesos de remoción en masa se realiza bajo la premisa que, si en el pasado ocurrió un deslizamiento, los mismos factores intrínsecos afectarán la ocurrencia de los eventos en el futuro y que los factores condicionantes permanecerán constantes todo el tiempo y son condicionalmente independientes. Los pesos son asignados de manera que reflejan las condiciones en las que han ocurrido los eventos. Para cada factor se asigna un peso basado en la importancia en la generación de procesos en masa

Para obtener la zonificación de amenaza por remoción en masa a nivel rural, se calcula primero el índice de susceptibilidad, para luego construir los mapas de susceptibilidad y amenaza. Teniendo en cuenta todos los factores condicionantes mencionados y siguiendo la metodología propuesta, se obtuvo el siguiente mapa de susceptibilidad, siendo la susceptibilidad más baja (verde) y la más alta (rojo),

Con el fin de validar el éxito de modelo, se procedió a construir la curva de éxito según Dahal et. al (2008), donde el índice de susceptibilidad calculado anteriormente se debe clasificar en 100 rangos de mayor a menor y se debe relacionar con el porcentaje acumulado de deslizamientos ocurridos con el fin de la construcción de la curva de éxito. Para establecer la calidad del modelo, se debe calcular el área bajo la curva, debido a que entre más pronunciada se encuentre esta, mejor será la capacidad de la función para describir la distribución de los movimientos en masa. Según el SGC (2017), un porcentaje aceptable de ajuste debe ser mayor a 70% para considerar que la aplicación del modelo tuvo éxito. El área bajo la curva teniendo en cuenta todos los factores fue igual a 75% por lo que se considera que la metodología fue exitosa.

Luego de analizar los pesos obtenidos para cada uno de los factores, se realizan múltiples combinaciones con todos estos factores para encontrar la mejor s y obtener los resultados más precisos; para este caso de los 12 factores iniciales mencionados, se tuvieron en cuenta tan solo 9 de ellos.

Con base en el resultado de las curvas de éxito cuya función debe ser capaz de describir la predicción de ocurrencia de deslizamientos se seleccionó la **combinación 4** para la construcción del mapa de amenaza, debido a que es la que tiene mayor área bajo la curva (92.73%), y los factores condicionantes seleccionados corresponden a los más relevantes según el análisis de los pesos de evidencia (Geología, geomorfología, suelos, cobertura, pendiente, elevación, precipitación, aspecto, altura de talud).

Posteriormente se construye el mapa de susceptibilidad donde se categorizan de la siguiente forma (Van Westen, 2013); Susceptibilidad muy alta: Corresponde a movimientos en masa activos del inventario de deslizamientos, Susceptibilidad alta: porcentaje de deslizamientos mayor a 75%, Susceptibilidad media: porcentaje de todos los deslizamientos hasta máximo 25% y susceptibilidad baja: porcentaje de todos los deslizamientos menor a 2%. Y se ajustan a la matriz de susceptibilidad a deslizamientos la cual es convertida en un mapa de amenaza usando la categorización propuesta en la dicha Matriz de amenazas de remoción en masa basada en susceptibilidad (Ver Tabla)

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	CATEGORÍA DE AMENAZA
MUY ALTA	ALTA
ALTA	ALTA
MEDIA	MEDIA
BAJA	BAJA

### **Análisis de la amenaza.**

La evaluación de la amenaza por remoción en masa en el mapa de Santander escala 1:100.000 se clasifica en tres categorías: baja media y alta: el 19% del departamento se encuentra en amenaza alta, principalmente focalizado al oriente del departamento, en las zonas andinas, altoandinas y páramos de la cordillera oriental, 54% en amenaza media principalmente en la zona central y el 27% se localiza en amenaza baja, localizada al costado occidental de Santander. Este mapa de amenaza por remoción en masa pone a disposición de todos de manera gráfica la información del peligro latente de los procesos de remoción en masa se presenten en Santander, y sirve junto con el de susceptibilidad para generar el mapa de riesgo de remoción en masa en el departamento.



Se puede observar que los municipios que mayor presentan amenaza alta son Bucaramanga, Barbosa, Cepitá y Puente Nacional con 95.90%, 95.89%, 89.83% y 88.43% respectivamente, y se puede observar que alrededor de 36 municipios tienen más del 50% de su área total en amenaza alta; mientras que, los municipios que presentan mayor área en amenaza baja son Puerto Wilches, Puerto Parra, Sabana De Torres, Cimitarra y Barrancabermeja con un porcentaje de 93.32, 76.44, 69.94, 58.74 y 56.36, evidenciándose que solamente estos 5 municipios presentan más del 50% de su área total en amenaza baja.

### **Amenaza alta**

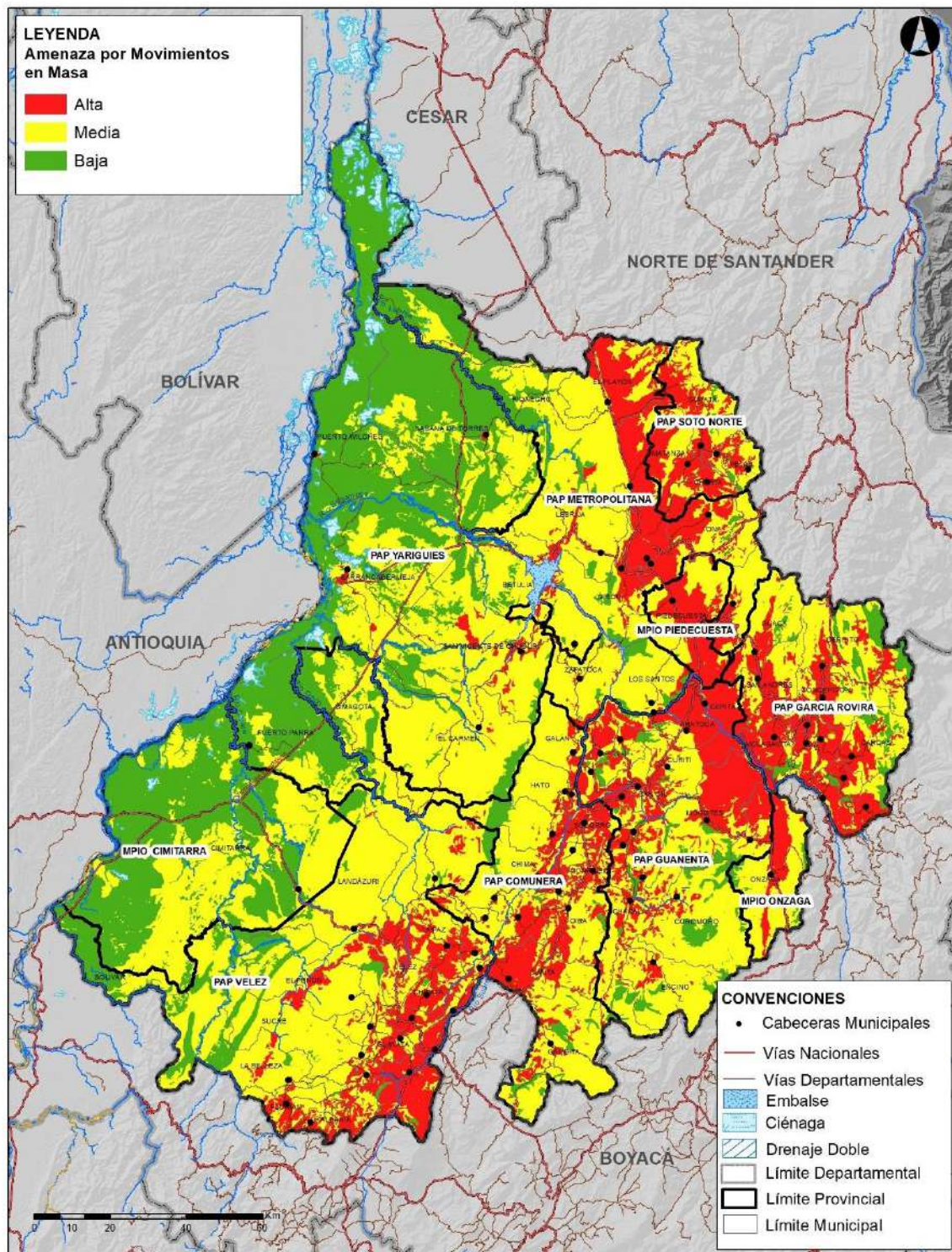
Corresponde a los movimientos en masa activos y zonas muy susceptibles a detonar deslizamientos debido a la mala condición de los materiales presentes. Ocupa un 19.13% del área de estudio, en total 585 731 Ha del departamento se encuentran en zona de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, gran parte del Noreste del departamento en la zona del denominado macizo de Santander, donde se evidencia la fuerte influencia del trazo de la Falla Bucaramanga-Santa Marta en sentido NW-SE en la configuración topográfica del terreno y la inestabilidad del terreno. Además de unos sectores en centro y centro sur del departamento. Áreas con intensos procesos erosivos, localmente caídas de roca, surcos, cárcavas y el tipo de roca aflorante, en este caso son rocas poco consolidadas, la cobertura y el uso del suelo es otro factor importante, las fuertes pendientes corresponden a uno de los factores más importantes.

### **Amenaza media**

Corresponde a zonas susceptibles, donde pueden llegar a ocurrir movimientos en masa. Ocupa el 53.71%, en total son 1 645 095 Ha, principalmente el centro de Santander zonas de Cordillera Oriental con procesos erosivos moderados, fenómenos de remoción en masa lenta y flujos menores locales, también se presenta rocas poco consolidadas, una cobertura vegetal y una pendiente moderada.

### **Amenaza baja**

Corresponde a zonas relativamente estables ante la ocurrencia de movimientos en masa. En el área de estudio se caracteriza debido a las bajas pendientes que se presentan, es decir, en la zona no montañosa. Ocupa el 27.16% del área de estudio en total corresponde 827 756 Ha, esta baja amenaza coincide con zonas de rocas aflorantes consolidadas, abundante coberturas vegetal y pendiente moderada o baja. Esta zona se concentra al occidente del departamento, coincidiendo con la zona de alta susceptibilidad por inundación, descrita anteriormente.



Mapa 2. Mapa de amenaza por fenómenos de movimientos en masa en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).

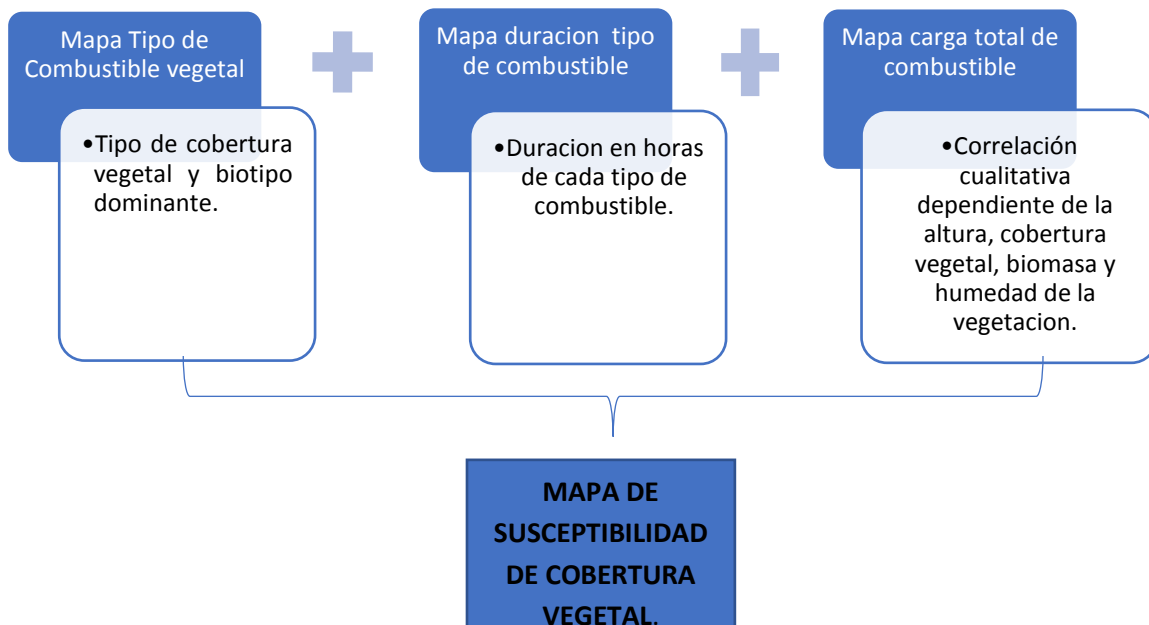
### 6.3. INCENDIOS FORESTALES

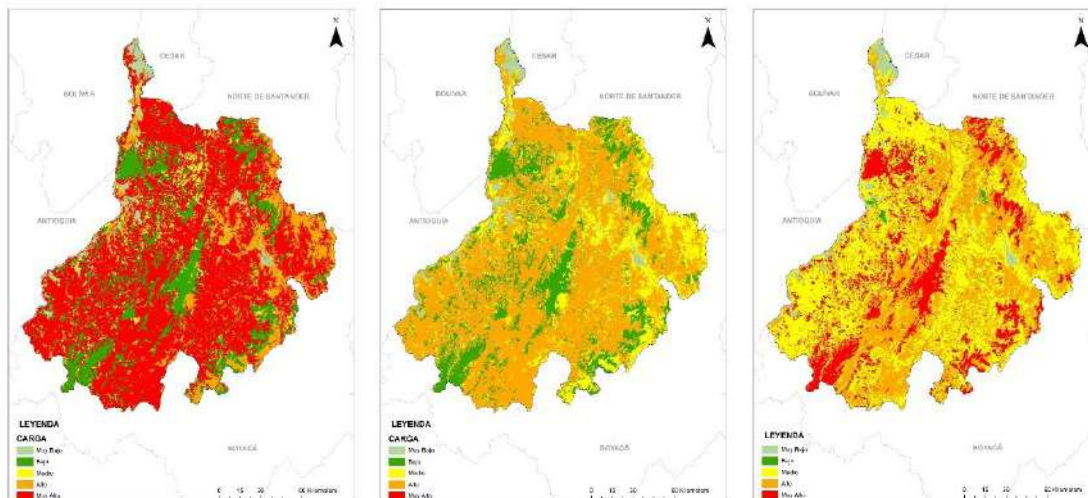
Un incendio se define como el fuego que se propaga, sin control sobre la cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista. Los incendios forestales son el tercer fenómeno natural más frecuente en el departamento de Santander, su ocurrencia se da porque encuentra la confluencia simultáneamente de combustible, calor y oxígeno en el departamento; generando una reacción en cadena posterior.

Los mapas de susceptibilidad de la cobertura vegetal se realizan para entender la condición pirogénica de la vegetación de la zona, y es tan solo uno de los mapas requeridos para obtener el mapa de amenaza por incendios forestales, los otros mapas requeridos son los mapas de factores climáticos, relieve, accesibilidad y factor histórico.

**Dado que no se cuenta con el factor histórico**, que basicamete es el idice de frecuencia de incendios forestales, el cual es de importancia puesto que se integra dentro del análisis de amenaza y por medio del cual es posible realizar una verificación del mapa de amenaza, solo se realizará la evaluación de la susceptibilidad vegetal a incendios forestales.

Para generarlo 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, los cuales son: Tipo de combustible vegetal predominante, Duración del tipo de combustible dominante y la carga total de combustibles.





Tomando los resultados de la categorización por tipo, duración y carga total de combustible se generó el mapa de susceptibilidad de las coberturas vegetales ante incendios siguiendo la ecuación de susceptibilidad:

$$S_{usc} = (0.35)Tc + (0.35)Dc + (0.3)Cc$$

Donde:

Susc: Susceptibilidad de la vegetación

Tc: calificación por tipo de combustible

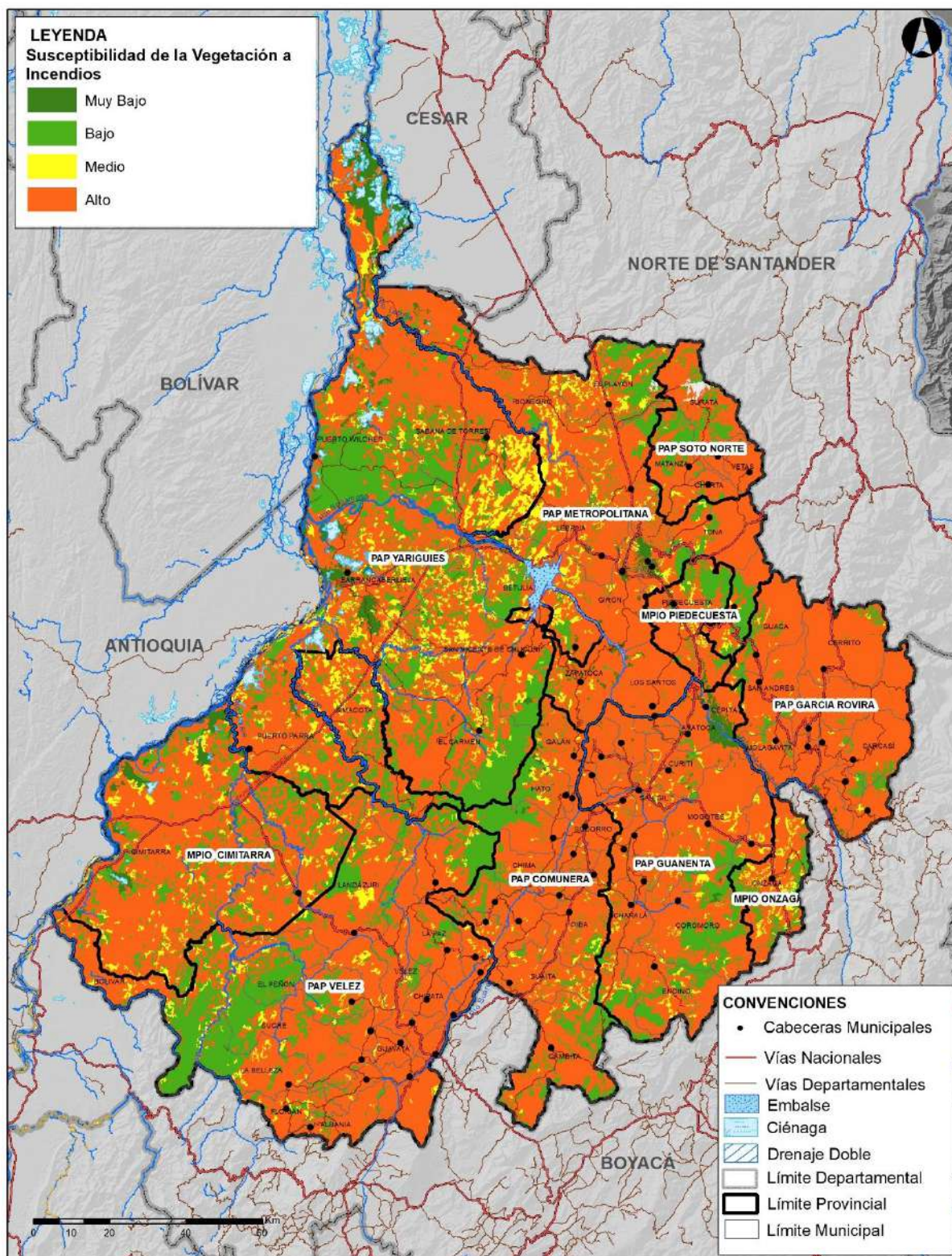
Dc: calificación por duración del combustible

Cc: calificación de la carga de combustible

### Análisis de la susceptibilidad

El mapa escala 1:100 000 del departamento de Santander de susceptibilidad de cobertura vegetal para incendios forestales de elaboración propia con base en información obtenida de las diferentes autoridades indica que la cobertura vegetal de aproximadamente el 72% del área departamental tiene una susceptibilidad alta para fenómenos de incendio forestal, distribuido de manera casi uniforme en todo el departamento de color rojo en el mapa, siendo coberturas que se caracterizan por ser altamente susceptibles a sufrir daños por incendios forestales e indicando el alto potencial de susceptibilidad del departamento ante incendios forestales. De color amarillo un 6% se localiza en la categoría de susceptibilidad media y el restante 22% del área de Santander se localiza en susceptibilidad baja a muy baja de color verde y verde claro respectivamente, correspondiente a zonas de cuerpos de agua como ríos, lagunas y zonas de tejido urbano continuo y discontinuo.





Mapa 3. Mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).

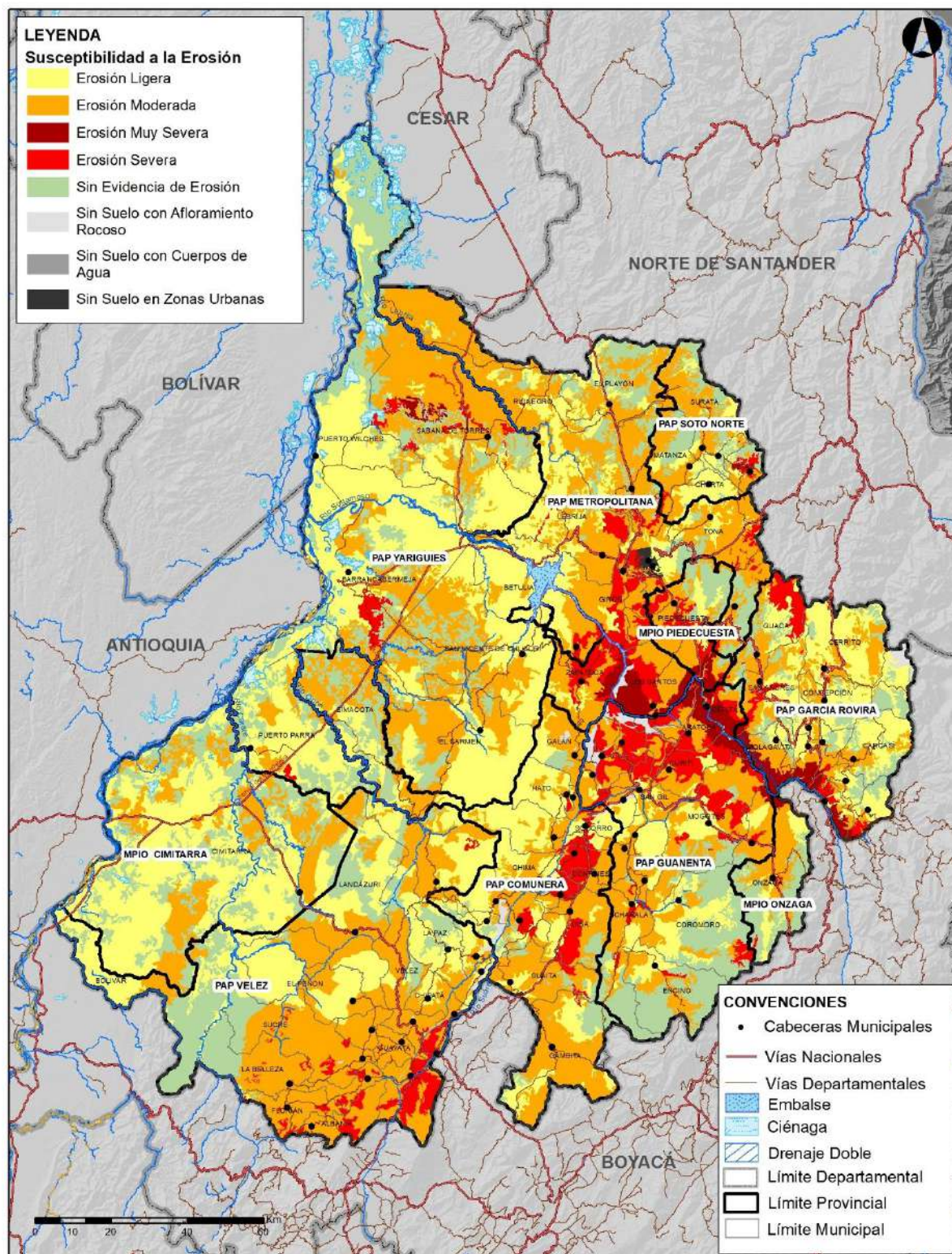
#### 6.4. EROSION

La erosión de los suelos se define como pérdida de la capa físico-mecánica superficial del suelo por acción de agentes externos, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, reduciendo la capacidad productiva de los mismos. A pesar de que es un proceso natural, el impacto por actividades antrópicas lo aceleran e intensifican; clasificando la erosión en dos tipos: hídrica y la eólica, siendo la erosión hídrica causada por la acción del agua (lluvias, mares, ríos) en zonas de ladera y la eólica por acción del viento que levanta y transporta las partículas del suelo, (IDEAM, UDCA, 2015).

De acuerdo con lo anterior, no solo se erosionan los suelos, sino que a su vez se tiene una pérdida de nutrientes, materia orgánica, retención de agua, disminución de productividad del suelo y pérdida en la profundidad del suelo. Estos efectos ocasionan pérdidas de tipo ecosistémico, conflictos económicos y disminución en la productividad y explotación de los suelos. El grado de erosión se ha clasificado de acuerdo con la intensidad del proceso, teniendo en cuenta la intensidad, magnitud y severidad del mismo.

Para la caracterización de la erosión, se evalúan los procesos físicos, como la compactación del suelo y pérdida del suelo por el flujo de agua y del viento, químicos, como la salinización del suelo y acidificación por diferentes factores como uso de fertilizantes y riego de cultivos y factores biológicos como la pérdida de materia orgánica que influye en la disminución de la actividad biológica y en procesos de descomposición y mineralización. A partir de la evaluación del estado del suelo el IDEAM realizó la caracterización y zonificación del suelo de acuerdo a su estado actual a nivel nacional, categorizando al departamento de Santander entre Moderado a Severo en la parte alta y entre ligero y sin evidencia de erosión en la parte baja o la planicie de inundación del río Magdalena (Ver mapa 4).





Mapa 4. Mapa de susceptibilidad a erosión en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).

## 6.5. SISMICIDAD

Los sismos se caracterizan por ser un deslizamiento repentino de una falla o una actividad volcánica o magmática, u otros cambios súbitos en la tierra ocasionando movimientos en el suelo debido a la energía sísmica liberada. La amenaza sísmica se considera como un fenómeno físico asociado a un sismo, tal como el movimiento fuerte de un terreno o falla del mismo, que tiene potencial de producir una pérdida. El mapa de amenaza sísmica representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia.

La amenaza sísmica se mide por el nivel de magnitud de la energía que es liberada, esta energía se mide por medio de la escala de Richter, la cual aumenta de manera exponencial de forma que cada punto de aumento puede significar un aumento de diez o más veces mayor.. Según Guzmán Manrique (2015).

El Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres para Santander se tiene el registro de alrededor de 8.000 sismos por año, siendo el sismo del 10 de marzo de 2015 uno de los de mayor afectación en el departamento, declarándose en calamidad pública y dejando alrededor de 1863 viviendas afectadas en siete municipios (Dirección de Gestión del Riesgo de Santander, 2018).

Con el fin de realizar la evaluación de la susceptibilidad del departamento, se realizó la descarga del histórico de sismos registrados para el departamento de Santander, identificando alrededor de 107.603 eventos de sismo ocurridos desde 2000 hasta la fecha en 2018. A partir de esta información se realizó un análisis de frecuencias tomando el número de sismos registrados en una misma zona (Ver mapa 5 y 6)

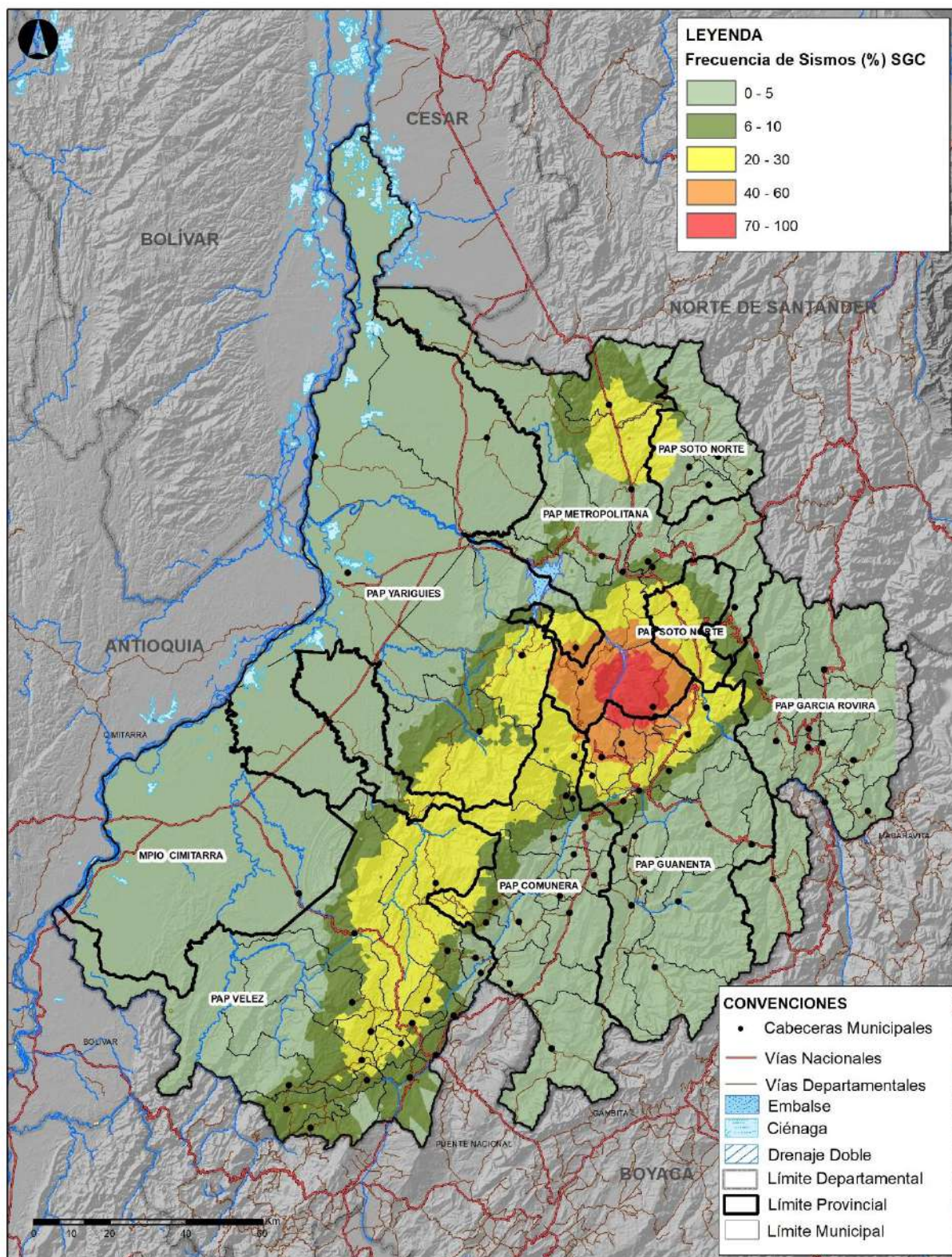
De acuerdo con el mapa de frecuencias se puede observar que el municipio de Los Santos es en donde se encuentra la mayor frecuencia de sismos, abarcando del 70 a 100% del registro total para el departamento, lo cual se atribuye a que es la zona donde se encuentra el nido sísmico de Bucaramanga. Así mismo los municipios vecinos a Los Santos, siendo Zapatoca, Piedecuesta, Aratoca, en los que se encuentra del 40 a 60% del histórico total de sismos.

Con el fin de identificar las zonas con mayor actividad sísmica se utilizó la información del Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Santander (Dirección de Gestión del Riesgo de Santander, 2018), en la cual se tiene la zonificación del departamento de Santander de acuerdo con el nivel de actividad sísmica, dando como resultado la zonificación por actividad sísmica en nivel bajo, medio y alto, siendo de especial interés la zona del “nido sísmico” de Bucaramanga, en el municipio de Los Santos, el cual se categoriza en actividad sísmica Alta.



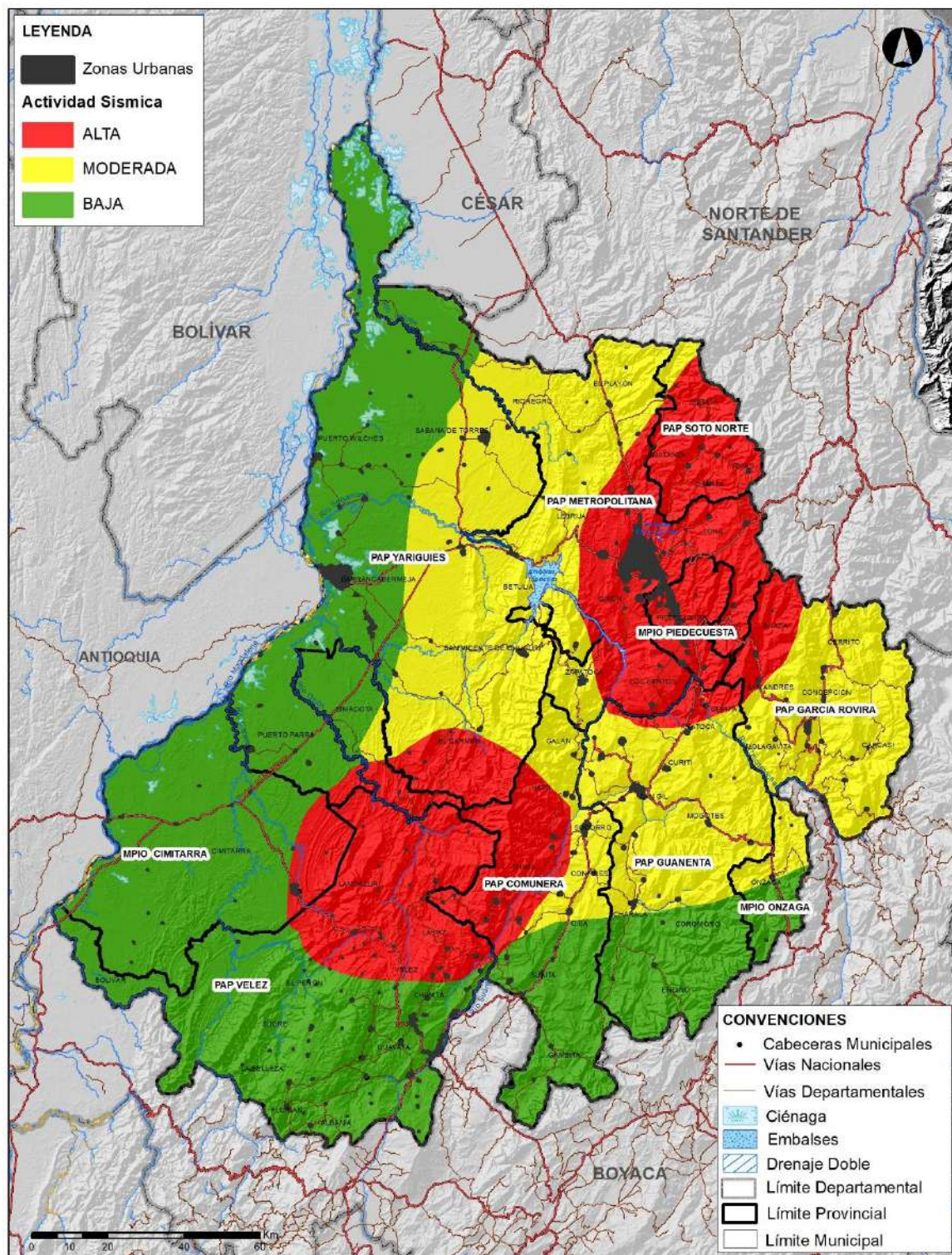






Mapa 6. Mapa de frecuencia sísmica en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).





Mapa 7. Mapa de zonificación de amenaza por actividad sísmica en el departamento de Santander. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).

## 6.6. INTEGRACION DE AMENAZAS

El mapa de integración de amenazas se realiza partir de la superposición de los mapas de los fenómenos naturales que intervienen en un territorio. La ponderación de cada uno de los fenómenos naturales para la realización del mapa de integración dependerá de la zona en particular a representar en el mapa. Este tipo de mapas permite una mayor claridad para el análisis del riesgo en el departamento y facilita la toma de decisiones para priorizar los fenómenos naturales y los territorios de mayor riesgo.

### **Análisis de la amenaza**

El mapa de integración de amenazas en Santander a escala 1:100 000 realizado por el POD Santander a partir de la superposición de los mapas de amenaza de cada fenómeno natural, permite ver, en un solo mapa, y entender las zonas con mayor o menor amenaza en el departamento según estos tres fenómenos naturales; el 35.5% del área del territorio santandereano, de color rojo, se encuentra en amenaza alta, el 47.5% se ubica en amenaza media, de color amarillo y tan solo el restante 16.5 % del departamento se encuentra en una zona de amenaza baja, con color verde en el mapa. En conjunto un 82% se ubica en amenaza media-alta por estos tres fenómenos naturales, lo que significa de igual manera una alta vulnerabilidad y por supuesto un alto riesgo para el departamento. Esto debido a la compleja configuración topográfica, hidrográfica, ambiental y geológica que posee el departamento de Santander; además de la confluencia de varios factores claves para la ocurrencia de cada uno de estos fenómenos naturales, que en conjunto aumenta los niveles de amenaza para todo el departamento. A continuación, se muestran los mapas de integración de amenazas para cada una de las provincias del departamento de Santander, a escala 1:25.000.





77





Mapa 9. Mapa de integración de amenazas de la provincia de García Rovira. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).





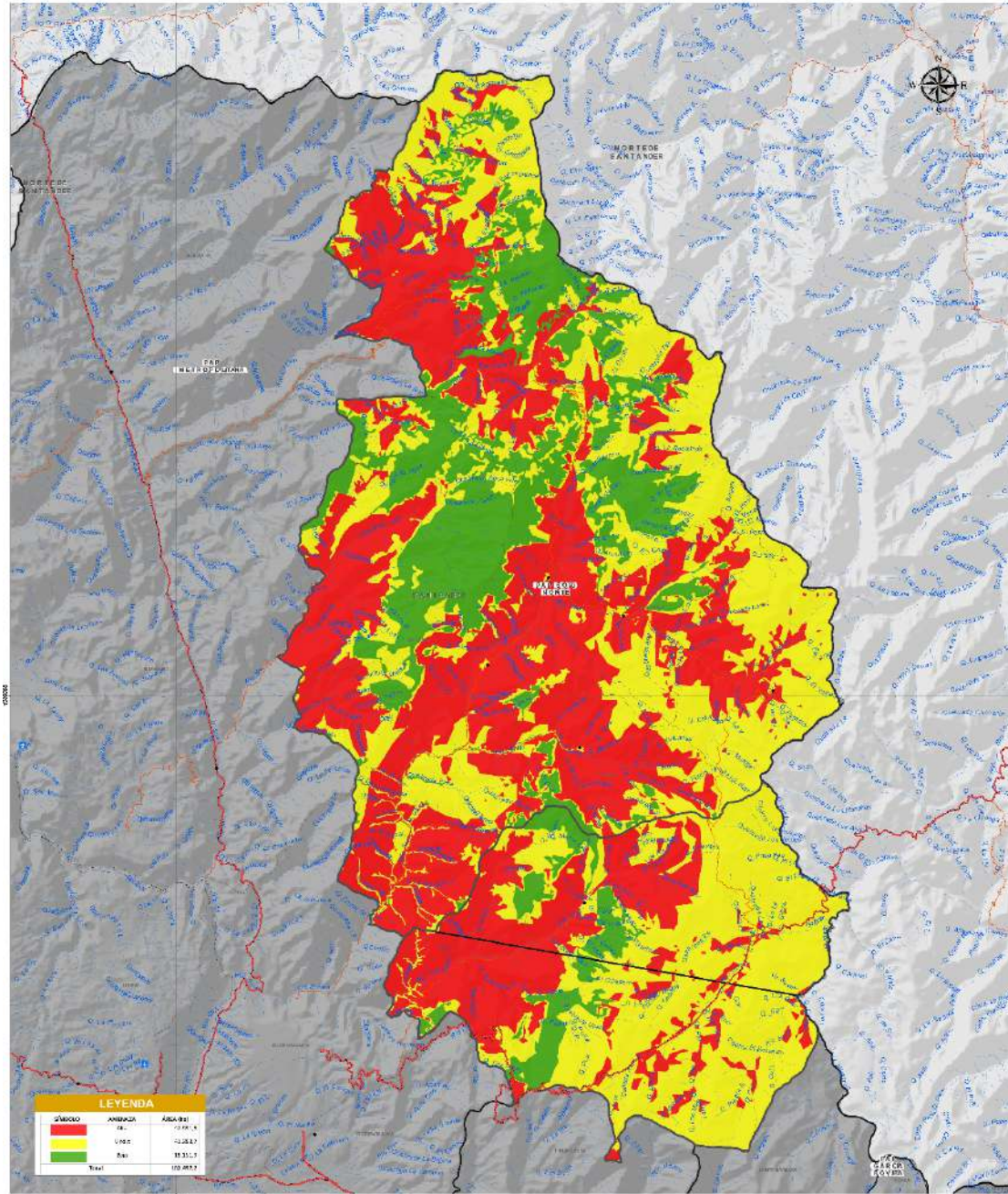
79





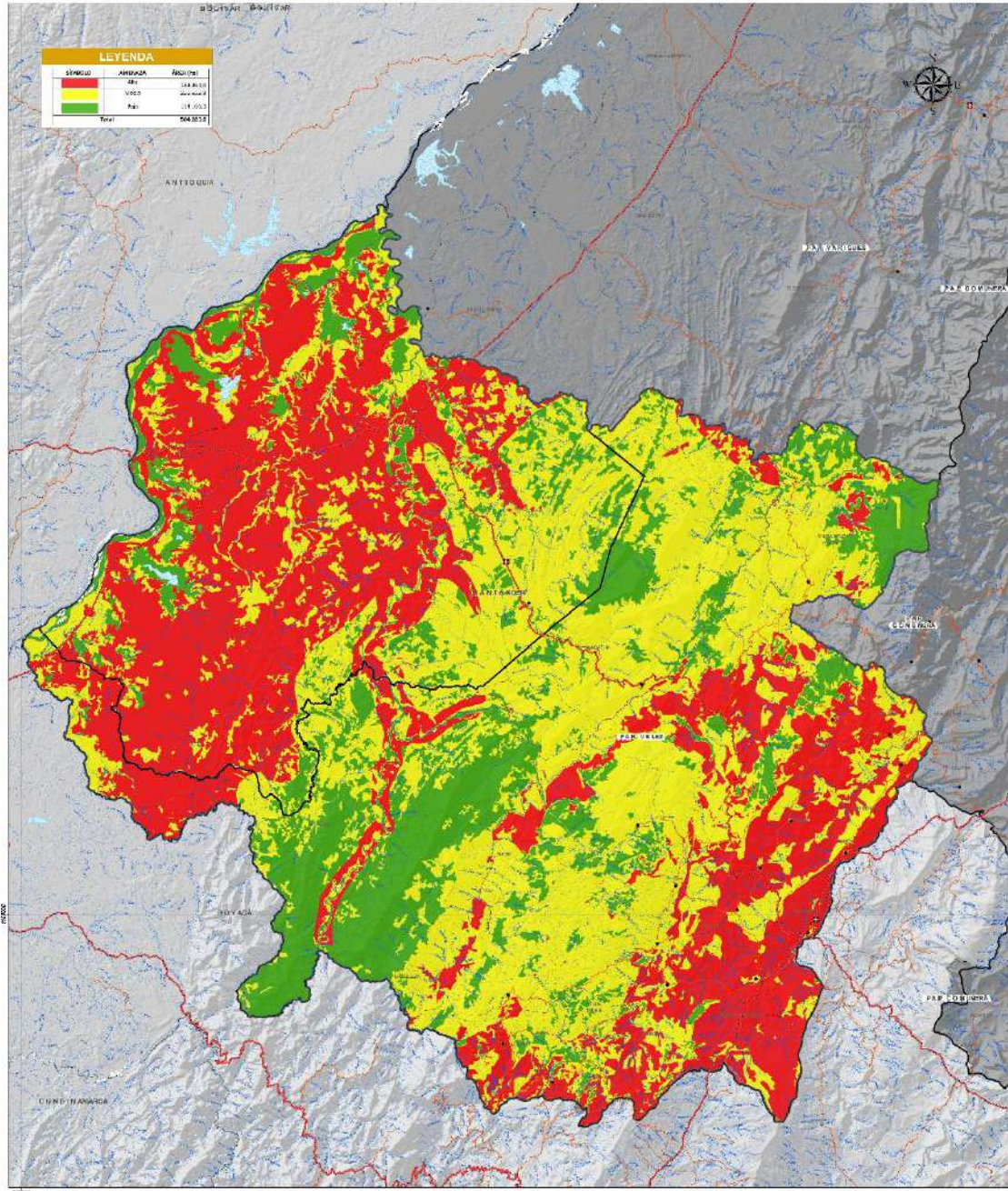
80





Mapa 12. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Soto Norte. Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).





Mapa 13. Mapa de integración de amenazas de la provincia de Vélez: Elaboración propia; cartografía POD Santander (2019).





## 7. EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN LA GESTIÓN TERRITORIAL.

Un adecuado conocimiento de riesgo sobre cada territorio permite a las autoridades realizar una planificación confiable sobre sus amenazas, dándole la oportunidad a la comunidad de intervenir de forma correctiva y prospectiva en obras para reducir el riesgo, al igual que en la atención de emergencias, minimizando los impactos que se generen, en caso de manifestarse fenómenos naturales, antrópicos y socio-naturales, propios de la región.

Para generar los escenarios de riesgo es necesario elaborar una robusta base de datos territoriales que nos permitan conocer los tipos de amenazas en la región, su frecuencia, su nivel de daño, además de la vulnerabilidad que presentan las comunidades en sus medios de vida.

Basándose en la normatividad, las escalas de estudios (básicos y detallados) nos dará una correcta información para planificar estrategias y obras de mitigación necesarias para lograr los objetivos de minimizar los daños materiales y proteger la integridad física y el bienestar social de las comunidades de cada territorio.

Con la realización de estos estudios AVR y la incorporación de Gestión del Riesgo en las herramientas de planificación como los POT, se generan menos costos, ya que la confiabilidad de la información registrada es alta, haciendo que las decisiones en inversión sean más eficientes.

Estos estudios dejan al territorio:

- Diagnóstico de sus amenazas (relevantes y no tan relevantes)
- Herramientas útiles para los diferentes análisis de los factores de riesgo.
- Evaluar los riesgos en su comunidad frente a sus amenazas.
- Involucrar a la gestión del riesgo del territorio en los proyectos y obras de desarrollo en la región.
- Trabajar para el desarrollo de los medios de vida de sus habitantes.
- Mejorar la accesibilidad de la información del territorio.
- Construcción de políticas y normativas sobre gestión de riesgos por fenómenos naturales que ayuden al desarrollo sostenible del territorio.
- Mayor inversión por la seguridad demostrada al tener un correcto uso del suelo.
- Mayor apoyo de instituciones privadas, publicas en proyectos de investigación y reducción de riesgo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Decreto 1807 de 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. *Diario Oficial No. 49.279*.
- Decreto 3600 de 2007. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Diario Oficial No. 46.757*.
- IDEAM. (2011). Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C. 109 pág.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2017), Guía Metodológica Para La Elaboración De Mapas De Inundación. Bogotá, D.C. 110 páginas.
- Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS. (2001). *Evaluación del Riesgo por fenómenos de Remoción en Masa, Guía Metodológica*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- INGEOMINAS y IDEAM (2010). Mapa de categorías de amenaza relativa por movimientos en masa de Colombia, escala 1:500.000. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. MADS. (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de Cuencas hidrográficas.
- Ley 1523 de 2012. Congreso de la Republica de Colombia.
- Proyecto Multinacional Andino – PMA. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional*, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Servicio Geológico Colombiano - SGC & Universidad Nacional de Colombia - UNAL. (2015a). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, Escala Detallada. Colección de Guías y Manuales*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2015d). *Documento Metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano, Dirección de Geoamenazas - Grupo de Evaluación de Amenazas por Movimientos en Masa.



- Servicio Geológico Colombiano – SGC (2017). Las amenazas por movimientos en masa de Colombia. Una visión a escala 1:100.000. ISBN 978-958-99528-8-7, Bogotá.
- Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2017). *Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa, Escala 1:25.000. Dirección de Geoamenazas*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2017a). *Las Amenazas por Movimientos en Masa en Colombia: Una visión a escala 1:100.000* (Primera ed.). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (n.d.). *SIMMA - Sistema de Información de Movimientos en Masa*.
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD (2013). Plan Nacional De Gestión Del Riesgo De Desastres 2013-2025 “Una Estrategia de Desarrollo”.
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (2018). Atlas de Riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes. Bogotá, D.C., Colombia.
- Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo de Colombia PNUD y Proyecto de Gestión del Riesgo y Adaptación Al Cambio Climático PNUD-UNGRD. Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo.
- Varnes, D.J (1978). Slope movements, types and processes, Landslides: Analysis and control, transportation research board, Spec. Rep. 176, 11-33 National Academy of Science, Washington.