



[PGAR

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL
REGIONAL 2020-2031

ANEXO XIII AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

1.	Amenaza, vulnerabilidad y riesgo.....	8
1.1.	Generalidades	9
1.1.1.	Amenaza volcánica	10
1.1.2.	Amenaza sísmica.....	13
1.1.3.	Amenazas hidroclimatológicas.....	21
1.1.4.	Amenaza de incendios forestales.....	23
1.1.4.1.	Plan de prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales ..	26
1.1.4.2.	Plan de Acción de Incendios Forestales 2018 - 2019.....	26
1.1.5.	Amenaza por movimientos en masa, flujos torrenciales e inundaciones	34
1.1.5.1.	Amenaza por Movimientos en masa.....	35
1.1.5.2.	Amenaza por inundaciones.....	38
1.1.6.	Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para Caldas, Atlas Nacional de Riesgo de Colombia (UNGRD, 2018).....	40
1.1.7.	Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, Índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades (DNP, 2018).....	44
1.2.	Identificación de condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por cuencas hidrográficas y ampliación para municipios	48
1.2.1.	Cuenca del Rio Risaralda	49
1.2.2.	Cuenca del Rio Campoalegre y otros directos al Cauca	52
1.2.3.	Cuenca del Rio Chinchiná	59
1.2.4.	Cuenca del Rio Tapias y otros directos al Cauca	65
1.2.5.	Cuenca del Rio Arma.....	68
1.2.6.	Cuenca del Rio Guarinó.....	74
1.2.7.	Cuenca del Rio Samaná Sur.....	78
1.2.8.	Cuenca del Rio La Miel.....	83
1.3.	Acciones de gestión del riesgo de desastres desde Corpocaldas.....	87
1.3.1.	Conocimiento del riesgo	88
1.3.1.1	Información de estudios realizados.....	88
1.3.1.2	Monitoreo de fenómenos.....	103
1.3.1.3	Educación y sensibilización en gestión del riesgo.....	112
1.3.2.	Reducción del riesgo	113
1.3.2.1	Información de las obras realizadas.....	113
1.3.2.2.	Incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial.....	118

1.3.2.3.	Programa Guardianes de la Ladera, Manizales.....	118
1.3.3.	Gobernanza del riesgo.....	124
1.3.3.1	Atención a solicitudes.....	134

Tabla 1. Características volcanes y sus afectaciones en Caldas	10
Tabla 2. Fallas que afectan la sismicidad de Manizales	14
Tabla 3. Evolución riesgo hidrometeorológico	22
Tabla 4. Variables y categorías analizadas para incendios forestales.....	26
Tabla 5. Plan de Prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales de Departamento De Caldas, 2015	29
Tabla 6. Actividades Plan de Acción Incendios forestales 2018 -2019.....	30
Tabla 7. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del rio Risaralda	49
Tabla 8. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del rio Campoalegre	52
Tabla 9. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del rio Chinchiná	59
Tabla 10. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del rio Tapias	65
Tabla 11. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Rio Arma	68
Tabla 12. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Rio Guarinó	74
Tabla 13. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Rio Samaná Sur ..	78
Tabla 14. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Rio La Miel	83
Tabla 15. Componente: conocimiento del riesgo - estudios realizados durante la vigencia 2007 – 2019.....	88
Tabla 16. M2 de obras de estabilidad realizados en los municipios de Caldas 2007 – 2019	113
Tabla 18. Inversiones realizadas en el Programa Guardianas de la Ladera, 2007 – 2019	120
Tabla 19. Programa Guardianas de la ladera en otros municipios de Caldas	121
Tabla 20. Inversiones (pesos), 2008 a 2018, mantenimiento obras mitigación, municipios de Caldas.....	123
Tabla 21. Inversiones Programa Guardianas de la Quebrada, 20017 - 2019.....	124
Tabla 22. Monitoreo y Asistencia - Asesoría Técnica Vigencia 2007 – 2019.....	124
Tabla 23. Atención a solicitudes.....	135

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de amenaza integrada para el Parque Nacional Natural los Nevados	12
Figura 2. Fallas presentes en el Departamento de Caldas	14

Figura 3. Sismicidad histórica (izquierda) e instrumental (derecha) Departamento Caldas	15
Figura 4. Mapas para la aceleración máxima del terreno (PGA) para diferentes periodos de retorno: (izquierda arriba) 31 años, (centro arriba) 225, (derecha arriba) 475, (izquierda abajo) 975 y (derecha abajo) 2,475 años.....	16
Figura 5. Mapas de amenaza sísmica para un periodo de retorno de 475 años, para diferentes ordenadas espectrales: 0.1 (izquierda arriba), 0.15 (centro arriba), 0.50 (derecha arriba), 1.00 (izquierda abajo), 2.00 (derecha abajo).....	17
Figura 6. Proyección en planta de las fuentes superficiales	18
Figura 7. Mapas de amenaza sísmica considerando falla Caldas Tear, y sin la falla Caldas Tear	20
Figura 8. Zonas de amenaza sísmica considerando el modelo Caldas Tear.....	21
Figura 9. Índice de Vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento - IVH en Caldas	22
Figura 10. Índice de Vulnerabilidad a eventos torrenciales - IVET en Caldas.....	23
Figura 11. Número de incendios presentados entre 2009 y 2019 en los municipios de Caldas.....	24
Figura 12. Hectáreas afectadas por incendios entre 2009 y 2019, por municipios	25
Figura 13. Mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales	27
Figura 14. Mapas de daño potencial (izquierda) y prioridad de protección (derecha).....	28
Figura 15. Mapas de inundaciones lentas, movimientos en masa y flujos torrenciales para Caldas.....	35
Figura 16. Mapa de movimientos en masa, registrados para Caldas	36
Figura 17. Mapa de amenaza por movimientos en masa para Caldas	37
Figura 18. Mapa de riesgo por movimientos en masa, para el departamento de Caldas. 37	
Figura 19. Mapa de amenaza por inundaciones, en Caldas.....	38
Figura 20. Mapa de riesgo por inundaciones, departamento de Caldas	39
Figura 21. Mapa de distribución del valor expuesto en cada Departamento, Atlas de Riesgo de Colombia.....	41
Figura 22. Resultados del cálculo de Factor de Impacto, fragilidad socio-económica y falta de resiliencia, Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia.....	42
Figura 23. Resultados riesgo multi-amenaza Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia.....	42
Figura 24. Resultados evaluación del riesgo integral Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia	43

Figura 25. Resultados de la Evaluación Integral de Riesgo para los municipios de Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia	43
Figura 26. Área con condición de amenaza crítica por inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales	45
Figura 27. Resultados valor de exposición departamentos de Caldas	45
Figura 28. Mapa de vulnerabilidad de Caldas	46
Figura 29. Mapa de riesgo (izquierda) y mapa de índice de capacidades, para Caldas ..	47
Figura 30. Mapa de riesgo ajustado por capacidades para Caldas	48
Figura 31. Mapa de amenaza compuesta (inundación, avenidas torrenciales, incendios, movimientos en masa), cuenca rio Risaralda	51
Figura 32. Mapa de vulnerabilidad ambiental cuenca Campoalegre	58
Figura 33. Mapas de vulnerabilidad de áreas protegidas (izquierda) y microcuencas abastecedoras (derecha)	63
Figura 34. Mapa multi-amenaza cuenca rio Chinchiná, y tabla de niveles de amenaza ..	64
Figura 35. Mapa del índice de vulnerabilidad, cuenca Rio Arma	73
Figura 36. Mapa amenaza volcán Cerro Bravo, cuenca rio Arma	76
Figura 37. Mapa de vulnerabilidad total, cuenca rio Arma	77
Figura 38. Mapa del índice de vulnerabilidad, cuenca rio La Miel	86
Figura 39. Mapa de localización de estaciones hidrometeorológicas en Caldas	103
Figura 40. Localización estaciones hidrometeorológicas de Manizales	105
Figura 41. Boletín de lluvia diaria e indicadores de lluvia antecedente	106
Figura 42. Ubicación de la red de acelerógrafos en Manizales	107
Figura 43. Ejemplo de reportes de daños en tiempo real	109
Figura 44. Ubicación piezómetros en los rellenos hidráulicos de la Estrella y Palermo .	110
Figura 45. Diseño Sistema SIRMAN	111
Figura 46. Total de metros cuadrados construidos de obras de mitigación en los diferentes municipios de Caldas.....	114
Figura 47. Total metros cuadrados construidos de obras de mitigación, en los municipios de Caldas.....	115
Figura 48. Valor total contrapartida Corpocaldas, obras mitigación, Caldas, 2007 - 2019	118

1. Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Conforme a la Ley 1523 de 2012, el riesgo de desastres corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos, 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.

La amenaza, es pues, el peligro latente de que un evento físico de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vida, 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.

Por su parte, la vulnerabilidad, se entiende como la 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 j. eventos físicos peligrosos.

Su comprensión, estudio, análisis, comunicación, etc., es fundamental para realizar la gestión del riesgo de desastres, que es el proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes que, además del conocimiento, incluyen la reducción del riesgo y el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Ley 1523 de 2012).

La situación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el Departamento de Caldas ha marcado su historia, sus procesos de asentamiento, y la adopción de medidas de control y mitigación.

Es así como en el año 1971 aparece una Corporación para dar respuesta a los problemas de control de erosión y movimientos en masa, CRAMSA, de los municipios de Salamina, Aranzazu y Manizales, y que luego se convertiría en CORPOCALDAS, a la luz de la Ley 99 de 1993. Es así como hoy, Corpocaldas, se destaca por su amplia labor en relación a los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en todo el Departamento, y en las intervenciones con otras de mitigación, principalmente frente a los deslizamientos, con un componente social que adicional a la sensibilización y capacitación, permite un mantenimiento y efectivo manejo de dichas obras.

1.1. Generalidades

Desde las entidades nacionales se tienen estudios de amenazas, principalmente para aquellas de origen geológico que cubren grandes escalas espaciales y temporales. A continuación, se presenta una mirada general de las diferentes amenazas identificadas para el Departamento de Caldas.

1.1.1. Amenaza volcánica

En Caldas se encuentra parte del complejo volcánico Ruiz – Tolima, donde se encuentran los volcanes: Cerro Bravo, El Nevado del Ruíz y Santa Isabel, que podrían tener incidencia en el departamento.

Tabla 1. Características volcanes y sus afectaciones en Caldas

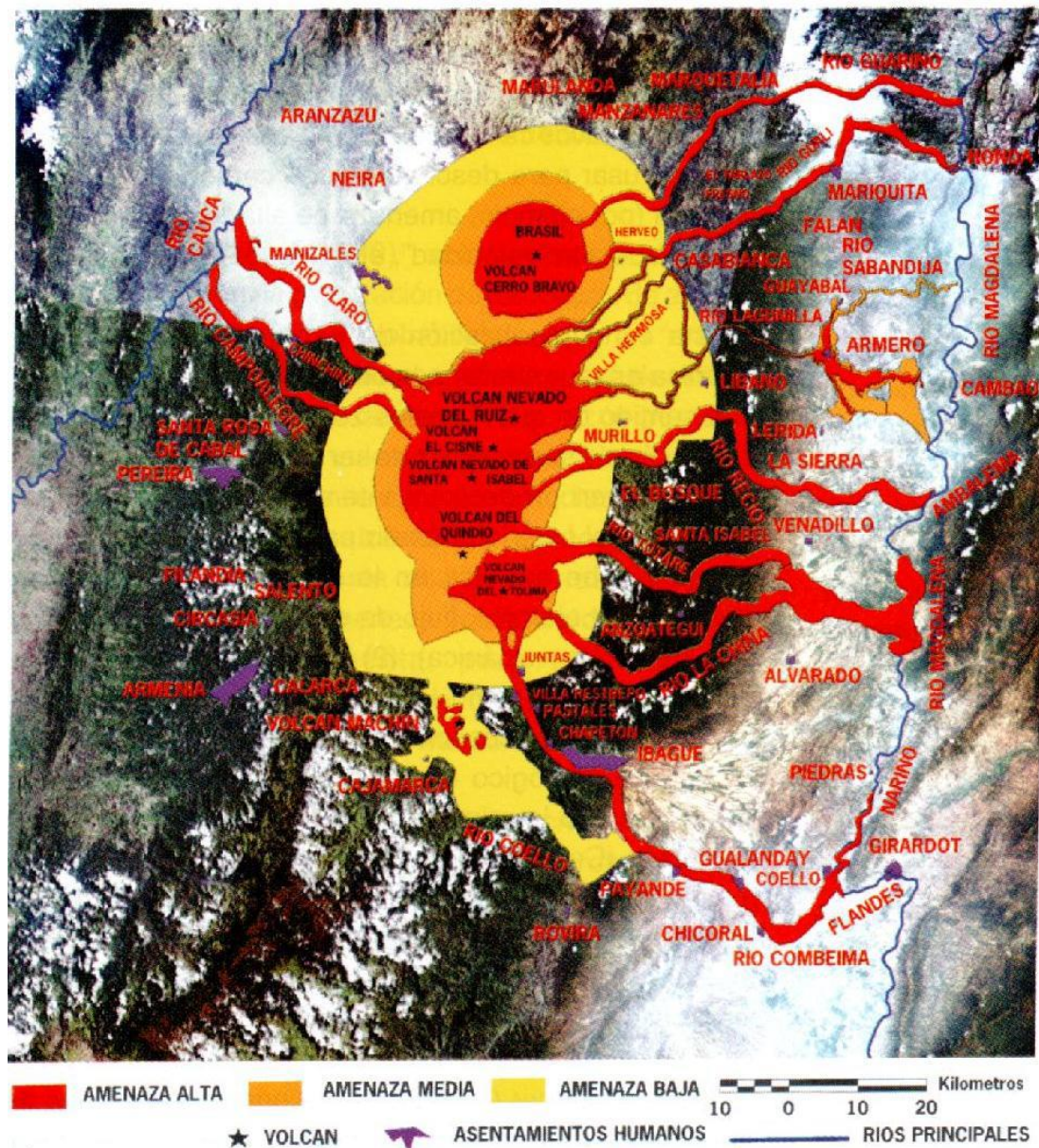
Volcán	Cerro Bravo	Nevado del Ruíz	Santa Isabel
Localización	Cordillera Central, Departamento del Tolima, municipio de Herveo (25 km al E de Manizales).	Cordillera Central, entre Caldas y Tolima (28 km. De Manizales). Hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados.	Cordillera Central, entre Caldas, Risaralda y Tolima (33 km al sureste de Manizales). Hace parte del Parque Nacional Natural Los Nevados.
Características	Altura: 4000 msnm. Estrato volcán caldérico activo con dos calderas concatenadas de 1.5 y 1.0 km de diámetro y muy violento. Actualmente está en reposo.	Altura de 5.321 msnm. Estrato volcán, con un cráter principal activo denominado Arenas. Casquete glaciar	Altura de 4.965 msnm. Complejo dómico, en forma de arco. Es un volcán activo en estado de reposo. Casquete glaciar.
Mapa de Amenaza	Versión 1991 (Ingeominas) Tiene un mapa de amenaza volcánica de carácter preliminar. Considera: caídas piroclásticas, piroclastos proyectados balísticamente, flujos de lodo secundarios, flujos piroclásticos, ondas de choque y flujos de lava.	Versión 2015 (SGC). Considera flujos de lava, corrientes de densidad piroclástica – flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, caídas de ceniza y lapilli; y lahares.	Versión 2007 (SGC). Considera flujos de lava, flujos piroclásticos, flujos de lodo (lahares), colapso y explosión de domos proyectados balísticamente y piroclastos de caída.
Afectaciones en Caldas	Amenaza baja: Puede afectar el municipio de	Amenaza alta: Afectación por lahares, que se originan en la parte alta del edificio	Amenaza alta: Zona rural del municipio de Villamaría, en la parte más cercana al

Volcán	Cerro Bravo	Nevado del Ruíz	Santa Isabel
	<p>Manizales, se asocia con caídas piroclásticas de acumulaciones menores de 10 cm de espesor.</p>	<p>volcánico, canalizándose por los valles de las quebradas y los ríos. En el sector occidental del volcán, en la zona rural de Villamaría, los flujos descenderían por los valles de: quebradas Nereidas y Alfombrales, y el río Molinos, alcanzando a los ríos Claro y Chinchiná, para avanzar 62 km hasta desembocar en el río Cauca, posiblemente descendiendo algunos km. aguas abajo.</p> <p>Se afectarían zonas rurales de los municipios de Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina, Neira y Anserma.</p> <p>Caída de ceniza y lapilli, que representa un área con acumulaciones mayores a 10 cm, con un radio aproximado de 25 km, dentro de la cual se podrían afectar las zonas rurales del municipio de Villamaría.</p> <p>Amenaza media: Caídas de ceniza y lapilli con acumulaciones entre 1 y 10 cm, con un radio aproximado de 54 km, dentro del cual se pueden afectar los municipios de Chinchiná, Belalcazar, Palestina, Risaralda, Villamaría, Manizales, Neira y Marulanda.</p> <p>Amenaza baja: Caída de ceniza y lapilli con acumulaciones de 0,5 mm a 1 cm, con un radio aproximado de 88 km.</p>	<p>volcán con todos los productos de la explosión.</p> <p>Flujos de lodo (lahares), por la Quebrada Linderos (cuenca Campoalegre), Río Claro, Quebrada Juntas y Santa Bárbara (Cuenca río Claro), llegando al río Chinchiná, los cuales podrían afectar vía Pereira – Manizales, Central hidroeléctrica San Francisco (La Ínsula), captación de agua de la CHEC, vías de Villamaría – Laguna del Otún / La Teleraña, Chinchiná – Rioclaro – Villamaría.</p> <p>Amenaza media: caída de piroclastos en capas entre 10 y 20 cm de espesor. El área expuesta incluye parte de la zona rural del municipio de Villamaría, en la parte alta del municipio, cerca al volcán.</p> <p>Amenaza baja: caída de piroclastos en capas de menos de 10 cm de espesor. El área expuesta incluye parte de la zona rural del municipio de Villamaría, en proximidades de los termales.</p>

Fuente: elaboración propia, con información de: Servicio Geológico Colombiano (SGC), Ingeominas (1993), Villegas, H. (2003) (estudios y mapas de amenaza).

En el mapa siguiente (Villegas, 2003), se ha recopilado la amenaza volcánica del Parque Nacional Natural los Nevados.

Figura 1. Mapa de amenaza integrada para el Parque Nacional Natural los Nevados



Fuente: Villegas, 2003

Adicionalmente, en la zona del municipio de Samaná, y según lo reportado en el POMCA del Río Samaná Sur, se encuentran dos volcanes:

El Volcán San Diego se ubica en la parte norte del Complejo Ruiz - Tolima, tiene una altura media de 1.150 msnm, y está conformado por una caldera de unos 3 km de diámetro, dentro de la cual se encuentra la Laguna de San Diego (a 700 msnm), que tiene aguas termales a una temperatura de 30°C. (SGC, 2015). No se tienen estudios de amenaza de este volcán.

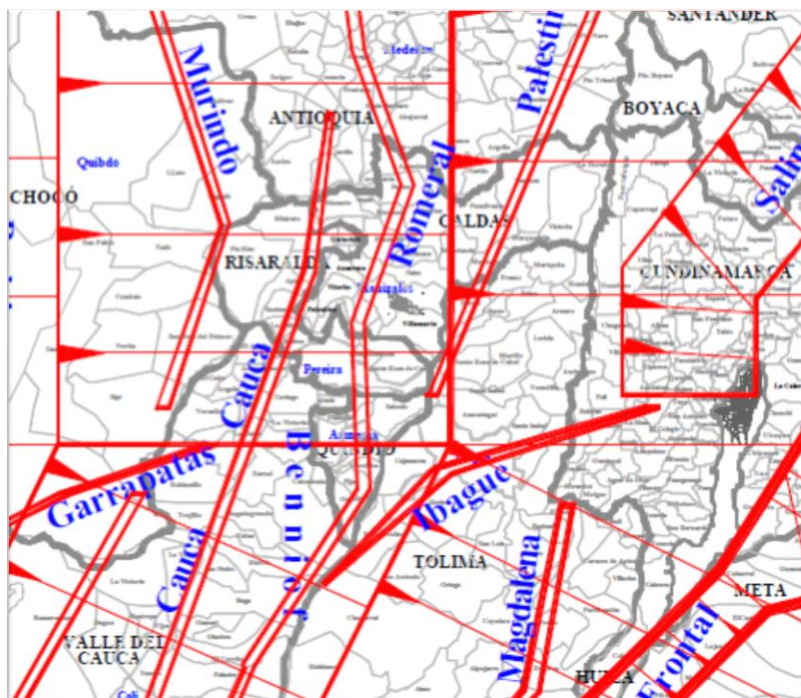
El Volcán El Escondido fue descubierto en el año 2013 (SGC, 2015), tiene una altura de 1,700 msnm, y sobre este se tiene poca información; no tiene actividad sísmica o de fumarolas asociada, pero si tiene fuentes termales. No cuenta con estudios de amenaza volcánica.

1.1.2.Amenaza sísmica

La amenaza sísmica en Caldas se ve afectada por la tectónica nacional, donde las placas de Nazca, del Caribe y Suramericana, presentan márgenes convergentes con zonas de subducción y fallamiento transcurrente¹. Así mismo, existen fallas de orden regional, como los sistemas de fallas Romeral, Palestina y Cauca Patía, las cuales pueden generar sismos superficiales (Huila -1997, Popayán – 1983, Quindío – 1999) (CIMOC & CEDERI, 2002).

¹ INGESAM, (2007)

Figura 2. Fallas presentes en el Departamento de Caldas



Fuente: CIMOC, CEDERI (2002). Microzonificación sísmica de Manizales

Para los estudios de amenaza en el Departamento, y más específicamente, para la cuenca del río Chinchiná y Manizales, se han considerado las siguientes fallas, como fuentes superficiales y profundas.

Tabla 2. Fallas que afectan la sismicidad de Manizales

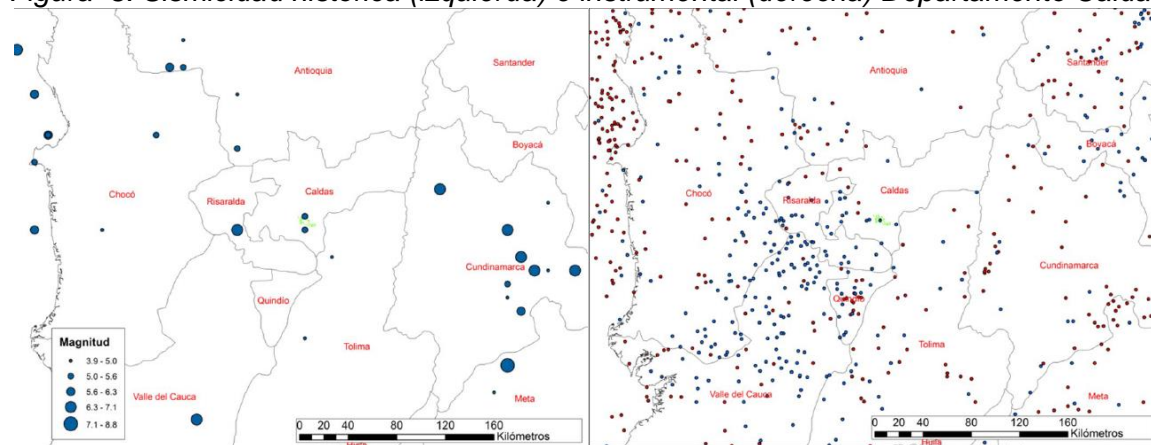
Falla	Falla
Arco de Dabeiba	Ibagué
Bahía Solano	Junín
Benioff Intermedia I	Murindó
Benioff Intermedia II	Nido Bucaramanga
Benioff Intermedia III	Normal Panamá-Pacífico
Benioff Profunda	Oca
Boconó	Perijá
Bucaramanga-Santa Marta Norte	Puerto Rondón
Bucaramanga-Santa Marta Centro	Romeral Norte
Bucaramanga-Santa Marta Sur	Salinas
Cauca	Suárez
Cimitarra	Subducción Norte
Compresión Caribe SE	Subducción Centro
Compresión Caribe SW	Subducción Sur
Cuiza	Uribante-Caparro

Falla	Falla
Espíritu Santo	Frontal Cordillera Oriental Centro
Fallas del Magdalena	Frontal Cordillera Oriental Sur
Frontal Cordillera Oriental Norte	Garrapatas
Palestina	Romeral
La falla Palestina tiene una longitud de aproximadamente 300 kilómetros con orientación Sur - Norte, corriendo de forma paralela al lado de la cordillera Central por su costado oriental. La falla tiene una gran cercanía a la ciudad de Manizales	Junto con el sistema de la falla Frontal Cordillera Oriental es otro sistema que atraviesa el país de Sur a Norte. Tiene eventos catastróficos de relevancia nacional asociados, tales como el de Popayán en 1983 y Armenia en 1999. La mayoría de los sismos asociados con esta fuente tienen poca profundidad. La falla se encuentra catalogada como de tipo inverso con desplazamiento a la derecha.

Fuente: Salgado, 2014

En los estudios realizados para actualización de la microzonificación sísmica de Manizales, en el marco del Proyecto de Gestión del Riesgo para Manizales, CORPOCALDAS – Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2012-2015, se consideró la sismicidad histórica del área que puede afectar al municipio (y que afecta el Departamento), así como los eventos registrados por los sismógrafos y estaciones de monitoreo (sismicidad instrumental).

Figura 3. Sismicidad histórica (izquierda) e instrumental (derecha) Departamento Caldas

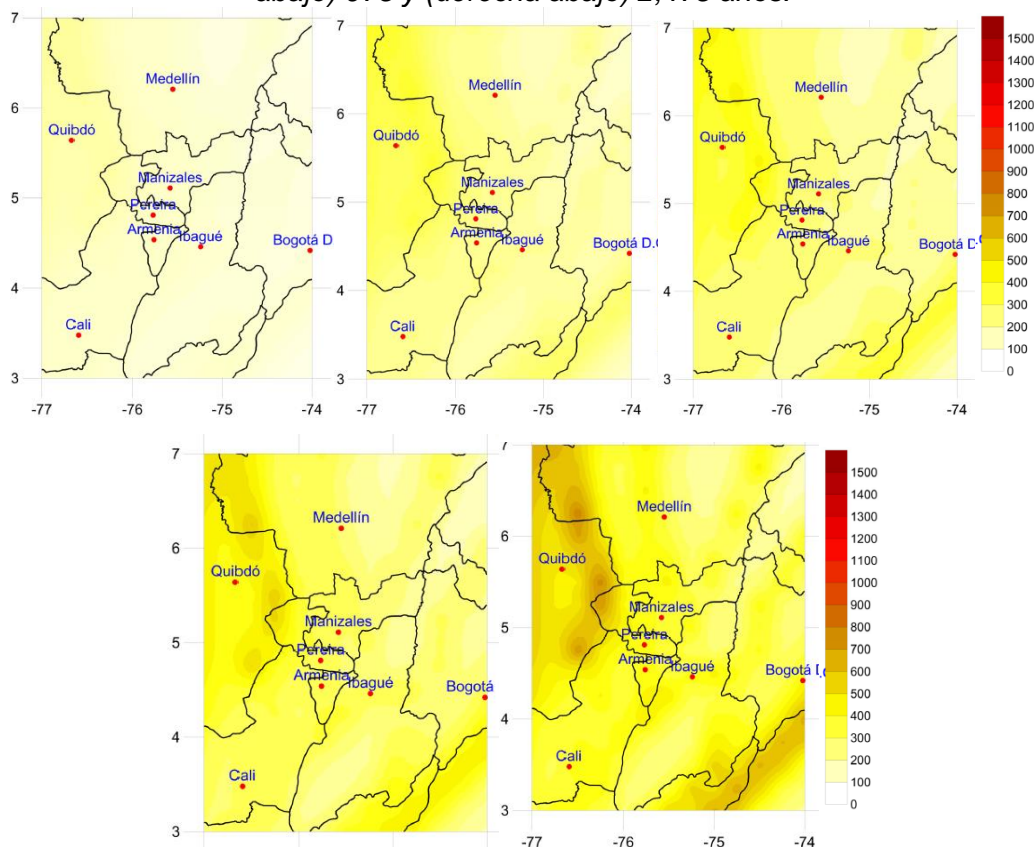


Fuente: Salgado, 2014

En la figura de la derecha (sismos registrados por monitoreo instrumental), los puntos de color rojo presentan los eventos superficiales y en azul eventos profundos. Esto quiere decir que se debe considerar la participación de los dos tipos de fuentes en el análisis de amenaza sísmica (Salgado, 2014).

En esta misma investigación se realizaron los mapas de aceleración máxima del terreno (PGA), que representan mapas de amenaza uniforme, para diferentes periodos de retorno: 31, 225, 475 (NSR, construcción sismorresistente), 975 (periodo para el código de puentes) y 2,475 años (recomendado para infraestructura no convencional (AIS-180, 2012) (Salgado, 2014). La aceleración sísmica es una medida utilizada para sismos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo, representando una medida muy importante en ingeniería sísmica, como una medida de intensidad. Se puede medir con simples acelerómetros y es sencillo correlacionar la aceleración sísmica con la escala de Mercalli. Estos valores se utilizan para establecer normativas sísmicas y zonas de riesgo sísmico. Durante un terremoto, el daño en los edificios y las infraestructuras está íntimamente relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no con la magnitud del temblor.

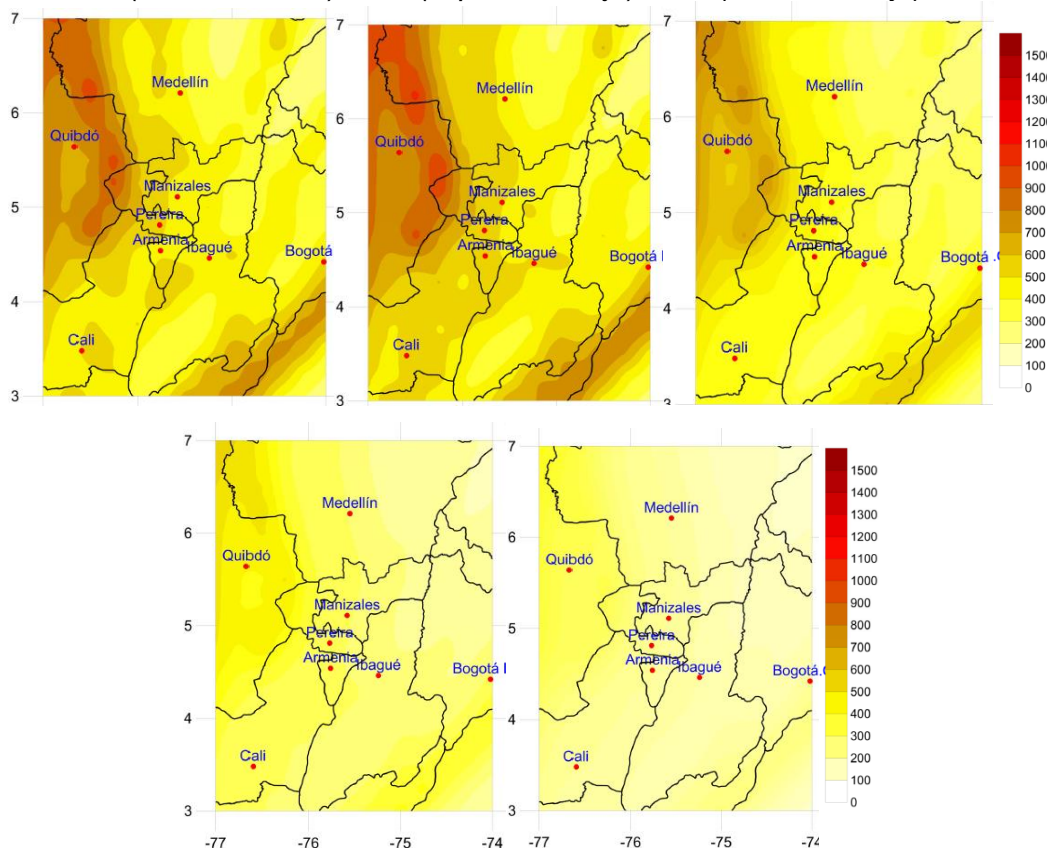
Figura 4. Mapas para la aceleración máxima del terreno (PGA) para diferentes periodos de retorno: (izquierda arriba) 31 años, (centro arriba) 225, (derecha arriba) 475, (izquierda abajo) 975 y (derecha abajo) 2,475 años.



Fuente: Salgado, 2014

También se consideran los mapas de amenaza sísmica para 475 años de periodo de retorno, que es el que usa la norma sísmica colombiana, NSR-10, para diferentes ordenadas espectrales: 0.10, 0.15, 0.50, 1.00 y 2.00 segundos. Un espectro de respuesta es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta. Lo anterior indica que las ordena espectral igual a 0 es para edificios muy bajos (1 piso), entre 0.2 y 0.5, se refiere a edificios de poca altura (2 a 5 pisos), de 1.00 corresponde a edificios de altura intermedia (8 a 12 pisos), y de 2.0 segundos corresponde a edificios altos (20 pisos o más).

Figura 5. Mapas de amenaza sísmica para un periodo de retorno de 475 años, para diferentes ordenadas espectrales: 0.1 (izquierda arriba), 0.15 (centro arriba), 0.50 (derecha arriba), 1.00 (izquierda abajo), 2.00 (derecha abajo).



Fuente: Salgado, 2014

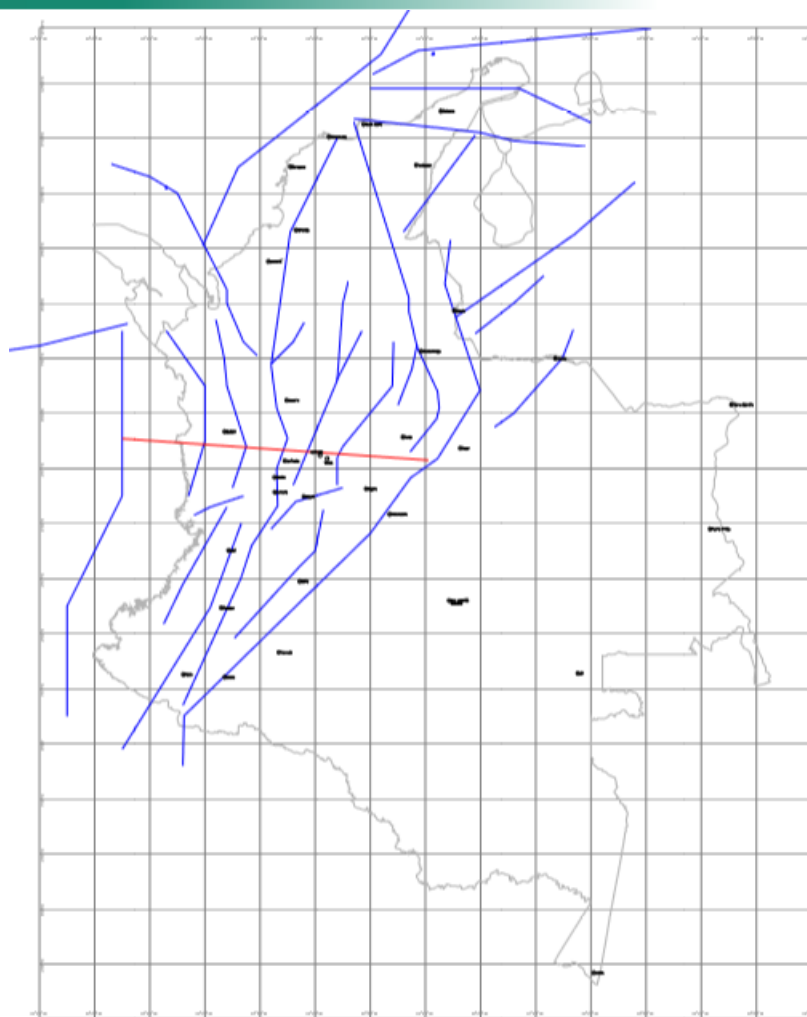
Lo anterior indica, que, en general, existen áreas del departamento (principalmente al occidente) donde las viviendas de 1 y 2 pisos se pueden ver más afectadas porque se tendrá mayor intensidad del sismo.

- **Influencia de la falla geológica “Caldas Tear” en la Amenaza Sísmica de Colombia**

Actualmente existe una nueva interpretación tectónica en la cual se propone la existencia de una falla geológica que se le ha denominado “*Caldas Tear*”, a partir de la cual, se realizó una evaluación probabilística de la amenaza sísmica a nivel nacional, por Salgado et al., (2013), considerando esta falla y la misma información base, en términos del catálogo de eventos y las demás fuentes sismogénicas utilizadas para el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia de la AIS (EGASC), realizado en el año 2010.

La fuente sismogénica tiene un alineamiento E-O que interactúa con una serie de fuentes definidas en el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS,2010) tales como Murindó, Romeral, Palestina, Salinas y la Frontal Cordillera Oriental. Luego de haberse definido el alineamiento se definió un corredor de asignación de 60 kilómetros de ancho para proceder con la asignación de sismos (Salgado et al., 2013).

Figura 6. Proyección en planta de las fuentes superficiales



Fuente: Salgado et al., 2013

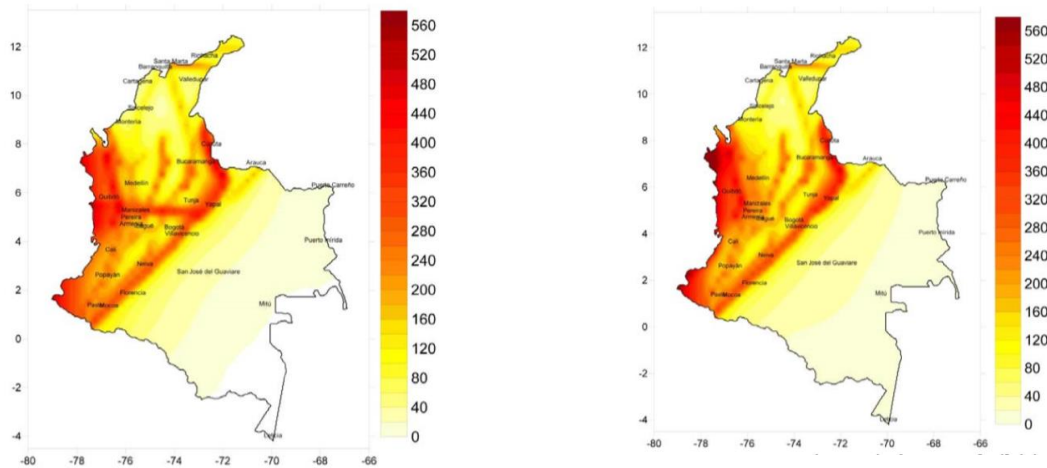
El estudio realizado explica que la denominada Caldas Tear: “*consiste en una fractura de la placa que constituye un punto de cambio de comportamiento en los patrones tectónicos de sismicidad en el país. Hacia el norte de la fractura, la placa tiene menores tasas de desplazamiento y un ángulo de subducción de alrededor de 24° mientras que, hacia el sur de ella, la tasa de desplazamiento es mayor y el ángulo de subducción se estima en 35°*” (Salgado et al., 2013, pg. 4).

Los procedimientos de cálculo, incluyeron: modificaciones en los planos fuente que moldean las tres zonas de subducción, así como la Zona de Benioff intermedia y profunda; modelación de la fuente Caldas Tear como un plano vertical entre los 5 y los 60 kilómetros de profundidad; y se obtuvieron resultados en forma de tasas de excedencia de

intensidades del movimiento del suelo para diferentes ordenadas espectrales a partir de las cuales se construyen espectros de amenaza uniforme (Salgado et al., 2013).

Así mismo, se construyeron mapas probabilistas de amenaza y para diferentes ordenadas espectrales, utilizando las mismas herramientas de la Evaluación General de Amenaza Sísmica de Colombia (EGACS), donde los resultados obtenidos ilustran variaciones en los niveles de amenaza para algunas poblaciones como Bogotá, Manizales y Medellín. (Salgado et al., 2013).

Figura 7. Mapas de amenaza sísmica considerando falla Caldas Tear, y sin la falla Caldas Tear



PGA para Tr: 475 años EGASC
considerando la Caldas Tear

PGA para Tr: 475 años EGASC

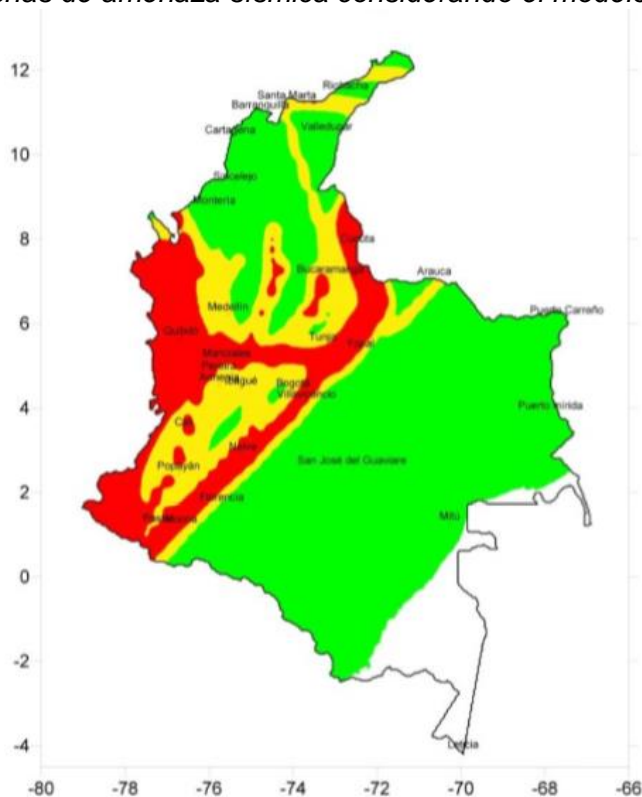
Fuente: Salgado et al., 2013

El análisis de las diferencias entre estos mapas, permite identificar aumento considerable de la amenaza sísmica en la proyección en superficie de la fuente Caldas Tear con variaciones notorias en las ciudades de Manizales y Tunja (Salgado et al., 2013).

De acuerdo a la zonificación de amenazas que contiene el Reglamento NSR-10, se incluyó la fuente Caldas Tear, para identificar como cambiarían estas zonas de amenaza sísmica alta, media y baja, la cual se presenta en la figura a continuación. Los resultados mostraron, que, aunque no cambian las zonas si cambian los valores exactos de

aceleración esperada en algunas ciudades, lo cual podría influir en las evaluaciones de riesgo sísmico, en particular en Manizales y Bogotá (Salgado et al., 2013).

Figura 8. Zonas de amenaza sísmica considerando el modelo Caldas Tear



Zonas de Amenaza sísmica considerando el modelo Caldas Tear





Fuente. Salgado et al., 2013

1.1.3. Amenazas hidroclimatológicas

Las condiciones hidrometeorológicas y climáticas del Departamento, hacen que el exceso o déficit de agua sea generador y/o detonante de diferentes amenazas que pueden verse materializadas en desastres.

La propuesta metodológica para comprender el riesgo por amenazas hidrometeorológicas tiene como referente el siguiente esquema:

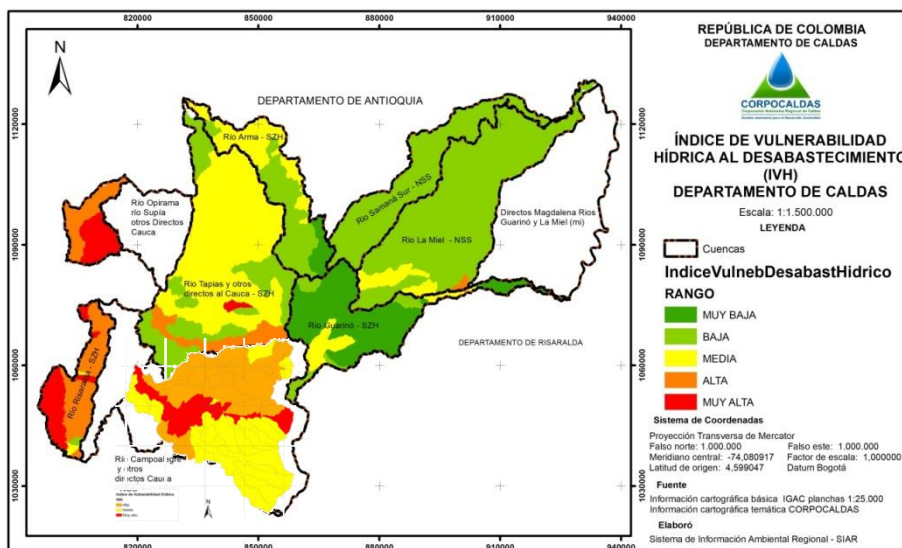
Tabla 3. Evolución riesgo hidrometeorológico

Elemento		Amenaza por exceso	Amenaza por déficit	Tiempo
Meteorológico		Torrencialidad	Incendios forestales	
Agrológico		Deslizamientos	Estrés agrícola	
Hidrológico		Inundaciones	Desabastecimiento	

Fuente: Wilhite, 2000. Adaptado por Marulanda A, 2017.

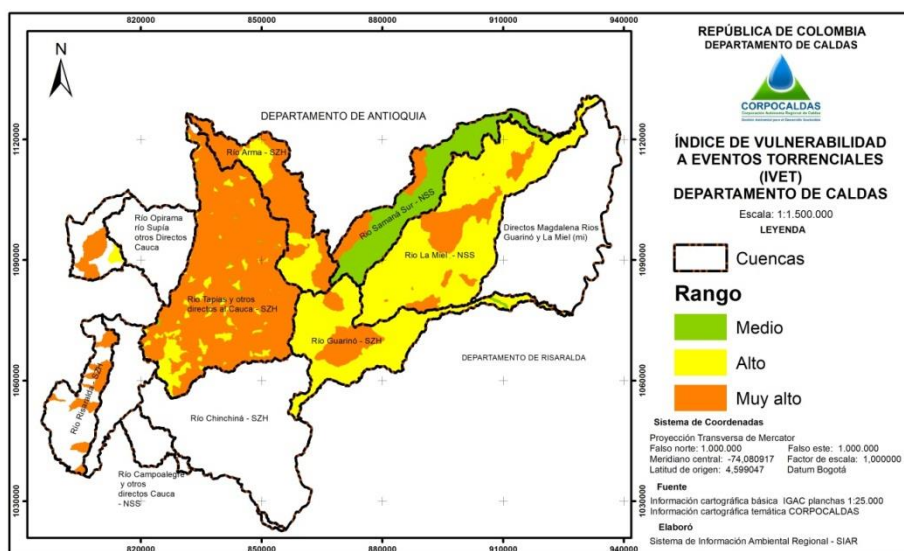
La materialización de tales episodios puede generar impactos económicos, sociales y ambientales importantes. Por otra parte, el IDEAM ha procurado expresar tal condición de déficit o exceso a través de los Índices de Vulnerabilidad frente al desabastecimiento Hídrico, IVH y el índice de Vulnerabilidad frente a Eventos Torrenciales, IVET que se muestran a continuación para Caldas:

Figura 9. Índice de Vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento - IVH en Caldas



Fuente: Corpocaldas, 2019.

Figura 10. Índice de Vulnerabilidad a eventos torrenciales - IVET en Caldas



Fuente: Corpocaldas, 2019.

Tales resultados muestran una condición generalizada sobre la subregión norte, lo cual demuestra la vulnerabilidad de tales territorios frente a eventos extremos.

1.1.4. Amenaza de incendios forestales

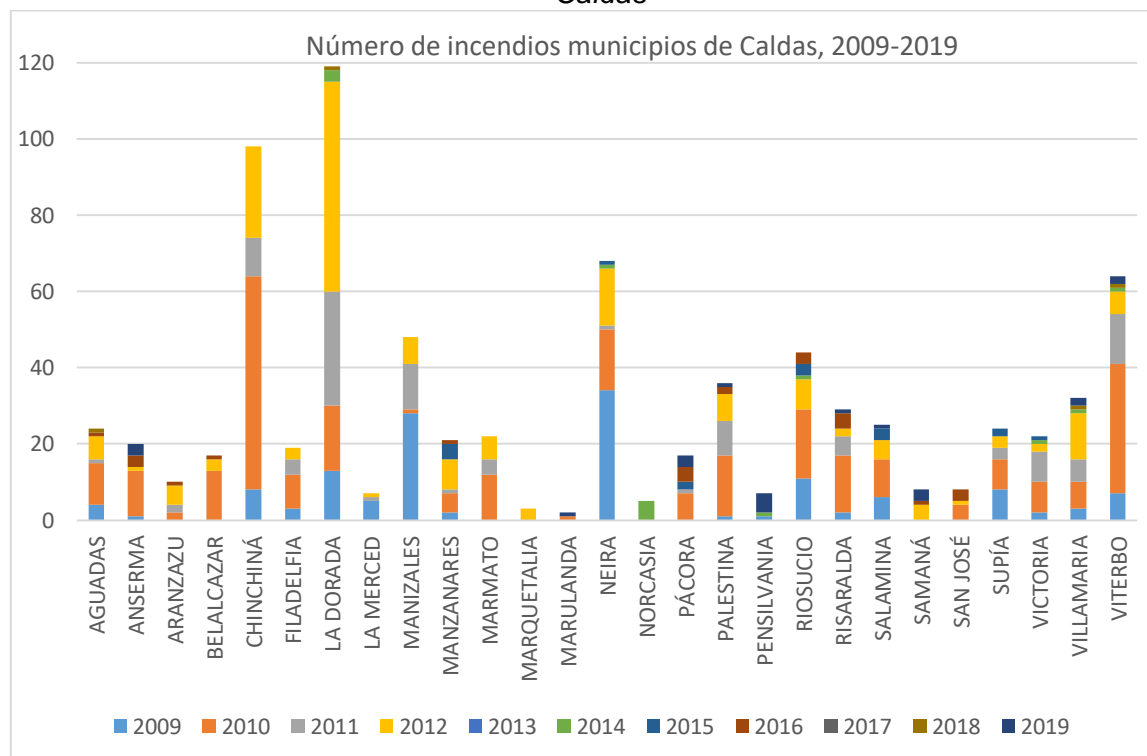
La amenaza por incendios forestales se favorece por condiciones de déficit hídrico, es decir, durante periodos secos prolongados, que incrementa los niveles de susceptibilidad y amenaza de los ecosistemas, bosques, y la vegetación en general.

Adicionalmente, es común el uso del fuego para diferentes actividades de las comunidades, como la preparación de terrenos agrícolas con fines productivos, lo cual genera un alto riesgo de propiciar incendios, cuando se toman las medidas preventivas del caso, por lo que las quemas se pueden salir de control y consumir coberturas combustibles (bosques nativos, plantados, páramos, sabanas) (IDEAM, 2019).

De acuerdo al IDEAM, la mayoría de los incendios son causados por actividades con fines productivos, recreativos y de caza, y en muy pocos casos se deben a agentes causales de orden natural como las tormentas eléctricas secas.

En Caldas, este tema se ha evidenciado en los últimos 12 años, con la generación de diversos incendios, los cuales se han consolidado en un inventario de número de incendios, a partir de los formatos anuales, de la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres y Cambio Climático (antes Unidad de Gestión del Riesgo – UDEGER, y Unidad de Atención de Prevención y Atención de Desastres – UDPADE) (2009-2012), y los reportes al Sistema Nacional de Información Forestal del IDEAM (SINIF) (2013 -2019).

Figura 11. Número de incendios presentados entre 2009 y 2019 en los municipios de Caldas

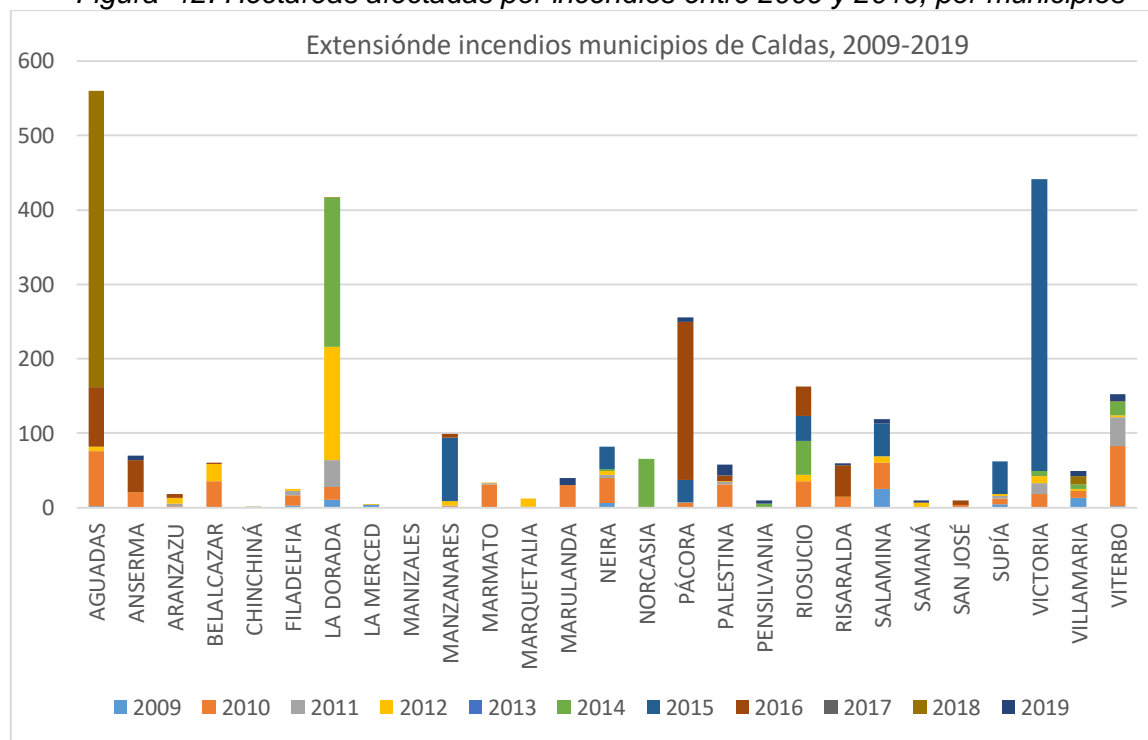


Fuente: elaboración Corpocaldas, 2019, datos 2009 - 2012 Reportes UDEGER / 2013 - 2019 Reportes SINIF IDEAM

Para el año 2013 no se presentaron registros de incendios en el Departamento. Los datos recopilados identifican un total de 1368 incendios en los últimos 10 años en los municipios de Caldas, correspondientes a 2.878 Ha., donde el mayor número se asocia a el año 2010 (282 eventos), 2012 (187 eventos), 2009 (139 eventos) y 2011 (111 eventos). Por otra parte, la mayor área afectada se reporta para el año 2015 (659 Ha.), seguida del año 2010 (503 Ha.), 2016 (444 Ha.), y 2018 (412 Ha.).

Los municipios con mayor número de eventos son: La Dorada (119 eventos, principalmente en el año 2012), Chinchiná (98 eventos, principalmente en el año 2010), Neira (68 eventos, 34 en el 2009), Viterbo (64 eventos, principalmente en el año 2010), y Manizales (48 eventos, 28 en el año 2009, 12 en el 2011 y 7 en el 2012).

Figura 12. Hectáreas afectadas por incendios entre 2009 y 2019, por municipios



Fuente: elaboración Corpocaldas, 2019, datos 2009 - 2012 Reportes UDEGER / 2013 - 2019 Reportes SNIF IDEAM

Mientras tanto, los municipios con mayor cantidad de hectáreas afectadas son: Aguadas (560 Ha.), Victoria (441 Ha.), La Dorada (417 Ha.), Pácora (256 Ha.) Riosucio (163 Ha.) y Viterbo (152 Ha.).

Hay que tener en cuenta que en los registros entre el año 2009 y 2012 pueden estar presentes eventos que no están necesariamente relacionados con áreas boscosas, si no que incluyen quemas, afectación de zonas de cultivo y pastizales, entre otras.

En el periodo 2014 a 2019, se identificaron, los siguientes incendios:

- 24 eventos en el año 2016 (afectaciones en Pácora, Risaralda, Riosucio y Palestina),
- 22 eventos en el año 2019 (afectaciones en Pensilvania, Anserma, Pácora, Samaná, entre otros).
- 16 eventos en el 2015 (afectaciones en Manzanares,
- 12 eventos en el 2014.

1.1.4.1. Plan de Prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales

En el año 2015 se realizó el Plan de prevención, mitigación y contingencias de Incendios Forestales, a cargo de Visión Norte, como un instrumento guía que contempla información técnica, institucional y social referida a la identificación del riesgo, amenazas, vulnerabilidad y susceptibilidad, fundamental para la consolidación de estrategias de prevención y atención de incendios, así como a la toma de decisiones frente a las acciones de fortalecimiento requeridas para la atención y prevención efectiva de los incendios forestales.

En este Plan se generaron los siguientes mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales:

Tabla 4. Variables y categorías analizadas para incendios forestales.

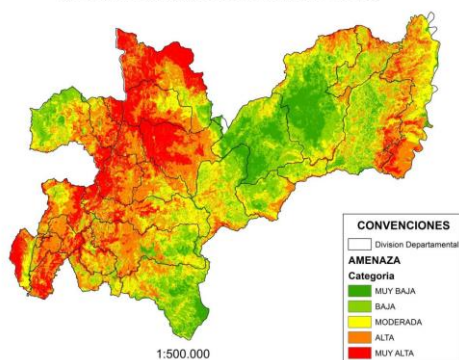
Variable	Categorías de análisis
Susceptibilidad	Tipo de cobertura
Amenaza	Insolación potencial. Frecuencia de incendios forestales. Ocurrencias históricas (año desde el 2010 a 2015, lugar, área afectada, causas).

Variable	Categorías de análisis
	Pendiente en porcentaje. Susceptibilidad de la vegetación Susceptibilidad por precipitación. Accesibilidad.
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad económica. Vulnerabilidad ecosistémica. Valor estratégico Nacional Vulnerabilidad de la Infraestructura. Accesibilidad física a zona Vulnerabilidad Institucional Existencia de instrumentos de planificación municipal y por instituciones, para la identificación, prevención y atención de incendios forestales, que cumplan con la normativa actual. Capacidad de respuesta institucional (Factores funcionales) tanto de las instituciones municipales como los organismos de socorro. Diagnóstico de los cuerpos de bomberos y su capacidad de respuesta en la atención de incendios forestales. Redes de organismos de socorro y población civil Presupuesto Comunicación e interconectividad
Riesgo	Daño potencial Identificación de zonas de protección Grado de exposición de los municipios a incendio forestal: Muy bajo Bajo Moderado Alto Muy alto

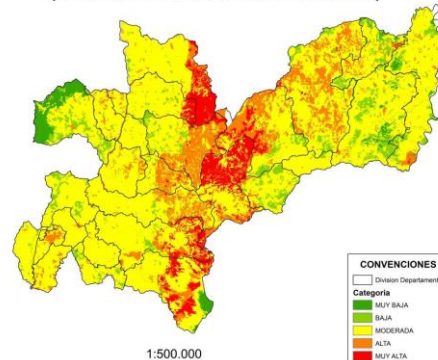
A continuación, se presentan los mapas generados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales.

Figura 13. Mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales

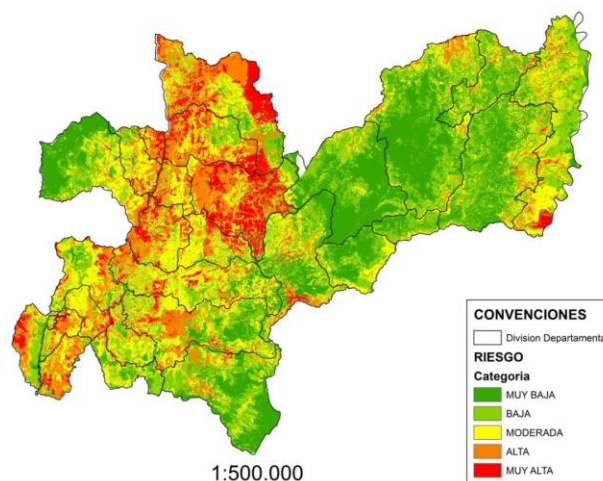
MAPA DE AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES (DEPARTAMENTO DE CALDAS 2015)



VULNERABILIDAD A INCENDIOS FORESTALES (DEPARTAMENTO DE CALDAS 2015)



MAPA DE RIESGO A INCENDIOS FORESTALES
(DEPARTAMENTO DE CALDAS 2015)



Fuente: Corpocaldas - Visión Norte, 2015

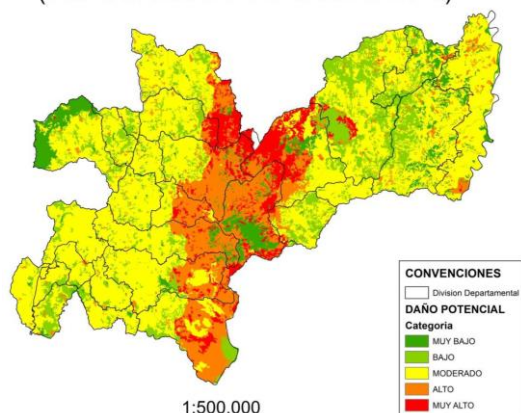
En los mapas se puede observar que los municipios con mayor amenaza son los de la zona norte y occidental, incluyendo: Aguadas, Pácora, Marmato, Salamina, La Merced, Filadelfia, Viterbo y Belalcazar. La vulnerabilidad, por su parte, se concentra en el centro del Departamento, empezando desde una parte de Aguadas, Salamina, Pensilvania, Aranzazu, Neira, Manizales y Villamaría.

En conclusión, el riesgo se concentra en su nivel más alto en: Salamina, Aguadas, Marmato, Pácora, Filadelfia, Belalcázar, partes de Viterbo, Neira y Anserma.

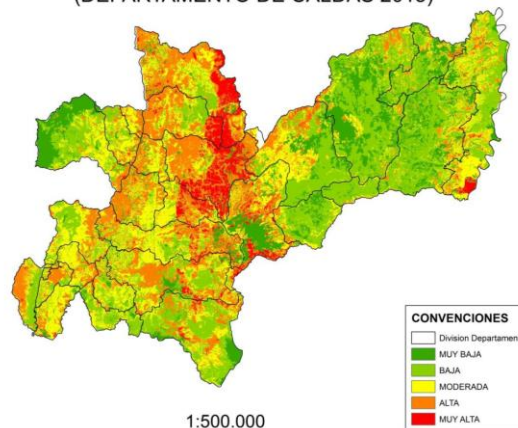
Otros mapas de interés, en relación a las zonas de protección expuestas, son los que evalúan el daño potencial y zonas con prioridad de protección, que se presentan a continuación.

Figura 14. Mapas de daño potencial (izquierda) y prioridad de protección (derecha)

MAPA DE DAÑO POTENCIAL
(DEPARTAMENTO DE CALDAS 2015)



MAPA DE ZONAS CON PRIORIDAD DE PROTECCIÓN
(DEPARTAMENTO DE CALDAS 2015)



Fuente: Corpocaldas - Visión Norte, 2015

El daño potencial consiste en el daño que puedan sufrir las áreas de gran valor ecológico y económico en el departamento de Caldas como, por ejemplo: La reserva Selva de Florencia, el Parque Nacional de los Nevados que a su vez hace parte de la Reserva Central de Caldas, que se concentran en la zona centro; como también las zonas agrícolas del departamento.

En cuanto a las zonas prioritarias de protección, estas se ubican principalmente en las regiones del Centro, Norte, Occidente Bajo y algunos municipios del Oriente Alto. Dichas zonas hacen relación a las zonas de influencia de la Reserva Central de Caldas, y zonas de actividad agrícola como las aledañas al cañón del río Cauca.

El estudio realizado incluye también la definición de programas y proyectos para mejorar la gestión del riesgo frente a los incendios forestales, los cuales se han recopilado en la siguiente tabla.

Tabla 5. Plan de Prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales de Departamento De Caldas, 2015

Programas	Proyectos
Articulación interinstitucional para	Consolidación del sistema de gestión de incendios forestales

la gestión de incendios forestales	departamental (socialización y construcción colectiva plan, adopción del plan por resolución, seguimiento a compromisos). Articulación con los sistemas de gestión de incendios de los departamentos aledaños (presentación plan, definición de compromisos, seguimiento)
Sistema de información de incendios forestales	Fortalecimiento del sistema de información geográfica (ampliación banco cartográfico, entrega de información cartográfica y capacitación a municipios). Consolidación del sistema de registro de incendios forestales (elaboración de protocolo de registro y capacitación, elaboración del sistema de gestión web, dotación equipos de georreferenciación y computadores; capacitación, seguimiento y registro)
Programa de capacitación institucional y social	Capacitación y organización social para la conformación de Bomberos forestales rurales Fortalecimiento de capacidades institucionales
Infraestructura para la respuesta a incendios forestales	Adquisición de herramientas y maquinaria Mejoramiento de la infraestructura tecnológica para los cuerpos de socorro (compra y capacitación)
Gestión de recursos para la prevención, mitigación y atención de incendios forestales	Apoyo a la gestión de recursos (apoyo a la formulación de proyectos, elaboración de convenios)

Fuente: Corpocaldas, 2019

Es importante retomar esta propuesta para su implementación en conjunto con la Jefatura de Gestión del Riesgo de Desastres y Cambio Climático del Departamento, así como los Unidades Municipales de Gestión del Riesgo de los municipios.

1.1.4.2. Plan de Acción de Incendios Forestales 2018 -2019

En el año 2018, de acuerdo a los análisis de IDEAM sobre el posible desarrollo de un evento Niño, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible solicitó a las Corporaciones realizar un Plan de Contingencia frente a condiciones secas y de lluvia, el cual para Corpocaldas derivó en la definición de un Plan de Acción de Incendios Forestales para el periodo seco 2018 – 2019.

Este plan se consolida en la siguiente tabla, como un referente para actualización y generación de nuevos planes a futuro.

Tabla 6. Actividades Plan de Acción Incendios forestales 2018 -2019

	Subproceso de la Gestión del riesgo	Actividad	Acciones	Resultados
Conocimiento del riesgo	Identificación y caracterización de escenarios de riesgo	1. Talleres sobre conformación de redes de vigías rurales a los municipios del departamento de Caldas, bases conceptuales y presentación de estudios de amenaza vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales en Caldas.	Estos son talleres cortos de 2 a 3 horas. Se definirán municipios a priorizar y grupos con la comunidad para iniciar capacitaciones	6 talleres
		2. Socialización Plan de Contingencia Departamental, actividades de prevención incendios forestales y revisión de los avances y dificultades de los Planes de Contingencias Municipales, con los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo. Empezar a trabajar en que se incorporen en los Planes Municipales de Gestión del Riesgo.	Se realizará un Taller inicial en conjunto con la Jefatura de Gestión del Riesgo, Medio Ambiente y Cambio Climático del Departamento, con los coordinadores de las unidades de Gestión del Riesgo de los municipios. Se realizará en conjunto con la Jefatura de Gestión del Riesgo, Medio Ambiente y Cambio Climático del Departamento, reuniones con los CMGRD del departamento, por subregiones: Norte (Aguadas, Pácora, Salamina y Aranzazu); Occidente Alto (Marmato, La Merced, Filadelfia, Supía, Riosucio); Occidente Próspero (Anserma, Risaralda, San José, Belalcazar y Viterbo); Oriente (Marulanda, Manzanares, Pensilvania y Marquetalia); Magdalena Caldense (Victoria, Samaná, Norcasia y La Dorada) y Centro Sur (Neira, Villamaría, Chinchiná, Palestina y Manizales).	1 Taller General de presentación con los directores de gestión del riesgo de los municipios. Se realizará el lunes 29 de octubre de 2018. 6 reuniones. Identificar áreas críticas en los municipios, protocolos de información y actuación.
	Análisis y evaluación del riesgo	3. Estudio realizado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales en el Departamento de Caldas. Mapas Disponibles en Geoambiental. Poner estudio disponible a través de la página web. Priorización de municipios	Suministrar información a la Jefatura de GRD, MA y CC; Alcaldías, Bomberos. Priorización de municipios y áreas dentro de los municipios	Entregar información estudios. Taller de socialización y priorización de municipios y sus áreas.

	Subproceso de la Gestión del riesgo	Actividad	Acciones	Resultados
	Monitoreo del riesgo	4. Generación de Boletines e Informes sobre el comportamiento de las lluvias y la temperatura para el Departamento de Caldas. Promover vigilancia desde los municipios (recorridos, visitas).	Realizar la consulta y análisis de información de las estaciones hidrometeorológicas y de los pronósticos del IDEAM y otras fuentes reconocidas, para generar Boletines mensuales mínimo, y enviar a los municipios, para que de acuerdo a esta información realicen inspecciones, recorridos y alertas a la comunidad	3 Boletines en el 2018 (mínimo) y 3 más en 2019 (temporada seca). Dependiendo del pronóstico y ocurrencia del Fenómeno del Niño
	Comunicación del riesgo	5. Coloquio Ambiental para socializar estudios de riesgo a medios de comunicación 6. Elaboración de una agenda de medios para concientizar sobre la problemática y los riesgos existentes en todo el Departamento de Caldas	Se revisará con el área de Comunicaciones para definir los detalles de la actividad Retomar el material que ya se tiene desde comunicaciones, por ejemplo, No Te Arriesgues. Definir cómo se cubrirán diferentes medios de comunicaciones para tener una buena cobertura durante 3 meses de 2018 y 3 meses 2019.	1 coloquio 1 agenda. Material para repartir
Reducción del riesgo	Intervenciones correctivas - acciones de mitigación de la amenaza	7. La misma 6. Agenda de medios, con información de intervenciones correctivas de mitigación y prevención.		
		8. La misma 1, con temas de medidas de prevención y control.		
		9. Brindar asesorías y talleres de técnicas básicas para la realización de quemas controladas	Se dictarán por lo menos 6 talleres en el 2018 y 3 en el 2019 en cada una de las regiones del Departamento	6 talleres
		10. Coloquio Ambiental con medios de comunicación para promover buenas prácticas. Con la actividad 5.		
	Intervenciones correctivas - acciones que permitan reducir la vulnerabilidad	11. Taller de brigadistas forestales y fortalecimiento institucional dirigidos a Cuerpos de Bomberos	Se realizará una contratación con bomberos con experiencia que permita realizar un fortalecimiento institucional, para capacitarse desde el punto de vista administrativo, de gestión de proyectos, etc.	
12. Cursos de brigadistas forestales dirigidos a Cuerpos de Bomberos, ejército nacional (programa Burbuja)		Se dictarán 5 cursos de brigadistas en el 2018 y 3 en el 2019	6 cursos	

	Subproceso de la Gestión del riesgo	Actividad	Acciones	Resultados
		y otros grupos de atención inmediata		
		13. Cursos de brigadistas forestales dirigidos al sector productivo y brigadas rurales	Se hará una convocatoria inicial con la Secretaría de Agricultura, para un taller general. Se identificarán municipios críticos. Se desarrollarán los cursos siguientes con énfasis en los municipios: Aguadas, Pácora, Victoria, Marulanda, La Dorada, Pensilvania, con brigadas de sectores productivos: aguacateros, ganaderos, madereros y otros.	1 Taller inicial con Sec. Agricultura. 3 cursos en diferentes municipios
		14. Conformación y capacitación de grupos ambientales en las escuelas rurales de las veredas con mayor riesgo de Incendios Forestales	Se conformarán por lo menos 2 grupos ambientales en escuelas rurales en 2018 y 2 en 2019, articulando con los PROCEDAS	4 grupos ambientales conformados
		15, Taller con los consejos municipales de gestión del riesgo sobre la incorporación del plan de contingencia incendios forestales en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres	Esta actividad se va articular con la Actividad 2, en el taller inicial y los ejercicios que se hagan en las diferentes regiones con los CMGRD.	1 taller a CMGRD, evidenciar cómo se han incorporado los incendios forestales a los PMGRD y el Plan Departamental. Seguimiento al final del año y al final de la temporada seca.
Manejo de Desastres	Ejecución para la respuesta - acciones para el control de incendios forestales	16. Asesorar a los organismos de socorro en el control y la liquidación de incendios forestales. Evaluar con la Jefatura de GRD, MA y CC, la aplicación de los formatos y protocolos para reporte de la información, evaluación de daños y solicitud de ayuda, hacer simulacros y evaluaciones para revisar avances. Promover la evaluación de cómo se atendieron los eventos para aprendizajes a	Inicialmente, con la Jefatura en GRD, MA y CC, se deben establecer claramente los protocolos y formatos para recopilación de información en momento de un incendio, los indicadores y otros para la evaluación daños, así como también el trámite necesario para pedir apoyo en la extinción.	1 reunión
			Se realizará inicialmente 1 reunión con organismos de socorro de todos los municipios de Caldas para socializar el	1 reunión

	Subproceso de la Gestión del riesgo	Actividad	Acciones	Resultados
		futuro.	procedimiento, en 2018 y posteriormente en 2019, para evaluar avances. Capacitar nuevamente funcionarios de Corpocaldas de los municipios	
		17. Apoyo logístico en el control de los incendios forestales	Se debe fomentar la evaluación de los inventarios de los cuerpos de bomberos municipales, así como sus necesidades, para establecer los materiales y apoyos requeridos en caso de un incendio en la temporada seca finales 2018 - inicio 2019, para apoyar la gestión y suplir estas necesidades.	1 Inventario de Recursos y necesidades de bomberos de los municipios de Caldas
	Ejecución para la recuperación - acciones de recuperación de áreas afectadas	18. Preparación y recuperación de áreas afectadas por Incendios forestales	Evidenciar el protocolo requerido para las actividades de restauración y recuperación afectadas por incendios forestales desde Corpocaldas. Revisar el presupuesto disponible y definir un Plan, en caso de que se presenten incendios forestales en la temporada seca finales 2018 - principios 2019.	1 protocolo 1 presupuesto

Fuente: Corpocaldas, 2019

1.1.5. Amenaza por movimientos en masa, flujos torrenciales e inundaciones

Dentro de las generalidades para el Departamento, se encontraron estudios del nivel nacional, como el del Departamento Nacional de Planeación (DNP), del año 2018², que recopiló la información del IDEAM y el Servicio Geológico, que cuentan con estudios a escala 1:100.000 (inundaciones y movimientos en masa) y 1:500.000 (flujos torrenciales). Los mapas para el Departamento de estas tres amenazas se presentan a continuación.

² Índice Municipal de Riesgo de Desastre.

Figura 15. Mapas de inundaciones lentas, movimientos en masa y flujos torrenciales para Caldas

Mapa de inundaciones lentas

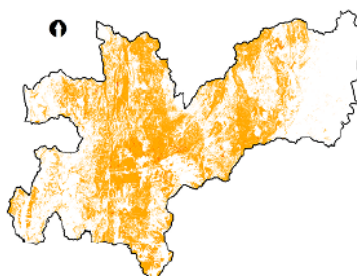


Convenciones

- Límite departamental
- Máximas inundaciones de La Niña: 1988-2000-2011-2012
- Zonas inundables periódicamente

Mapa de inundaciones a escala 1:100.000 del IDEAM – IGAC, 2012 e IDEAM, 2016.

Mapa de movimientos en masa

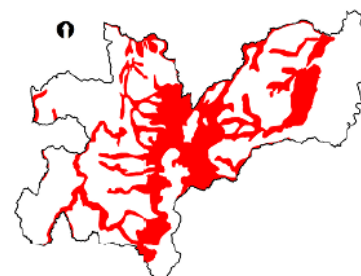


Convenciones

- Límite departamental
- Movimientos en masa
- Susceptibilidad
- Alta
- Muy alta

Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100.000, SGC, 2015.

Mapa de flujos torrenciales



Convenciones

- Límite departamental
- Flujos torrenciales
- Susceptibilidad muy alta

Mapa de flujos torrenciales a escala 1:500.000 IDEAM, 2010.

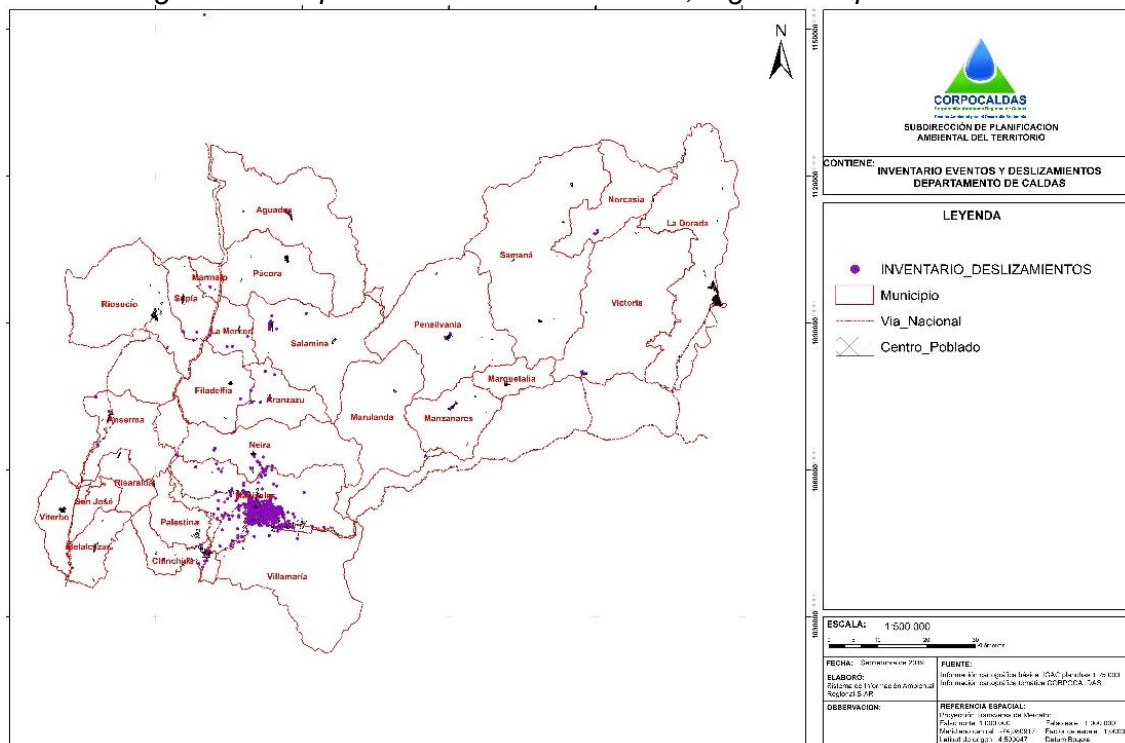
Fuente. DNP, 2018

De acuerdo al estudio, el departamento cuenta con 305 Ha. que se inundan periódicamente y 11.217 hectáreas se han inundado durante La Niña adicionalmente; también con un total del 37% del área que presenta amenaza alta por movimientos en masa, y un 32% del área que tiene muy alta susceptibilidad a flujos torrenciales.

1.1.5.1. Amenaza por Movimientos en masa

La información recopilada para Corpocaldas, consolidada en el Sistema de Información Ambiental Regional (SIAR), incluye: inventario de movimientos en masa para el año 2019 en todo el Departamento y un inventario para la región Centro Sur, desde 2003 a 2019. Su localización se presenta en la siguiente figura.

Figura 16. Mapa de movimientos en masa, registrados para Caldas

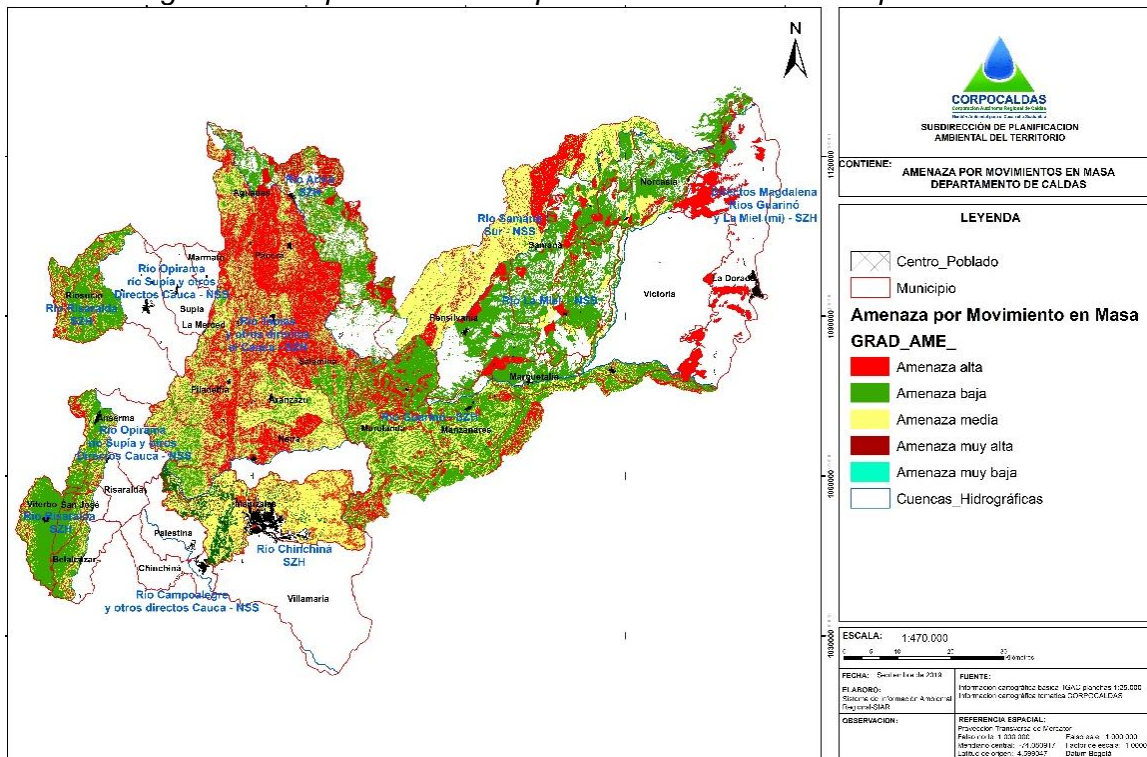


Fuente: SIAR, 2019

Es importante que el proceso de sistematización de la información se realice de manera apropiada, y que se mantenga actualizado este inventario, ya que es la base para realizar los análisis de movimientos en masa de manera más detallada en los municipios, y para hacer seguimientos de su variabilidad, espacialidad, así como la relación con las lluvias y eventos climáticos. Estos análisis son fundamentales, para mejorar la toma de decisiones frente a la prevención y mitigación.

En cuanto a la evaluación de amenaza, se realizó una recopilación de estudios que fueron especializados en el Sistema de Información Geográfica de la Corporación, y que se presentan a continuación:

Figura 17. Mapa de amenaza por movimientos en masa para Caldas

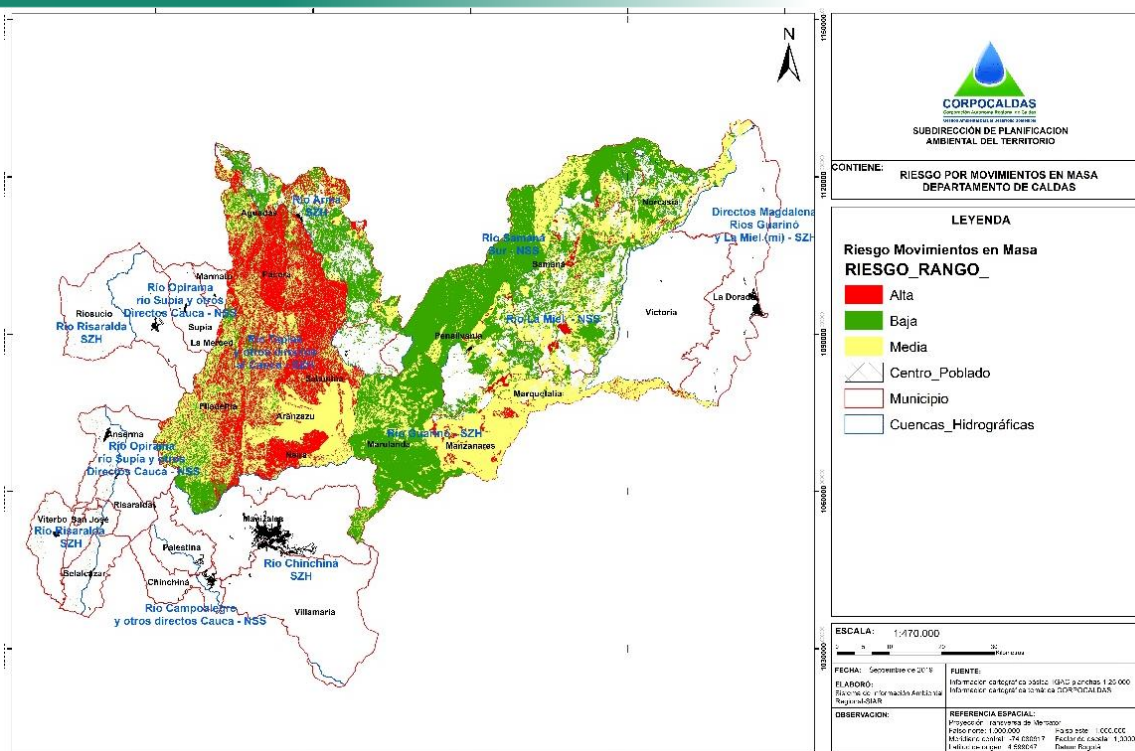


Fuente: SIAR, 2019

En este mapa se puede observar, problemas con la información de algunos municipios y sectores del Departamento, y una concentración de la amenaza alta en municipios como: Pácora, Salamina, Aguadas, sectores de los municipios de Neira, Filadelfia, Marulanda, La Dorada, y Samaná entre otros. En amenaza media, se tiene principalmente el municipio de Manizales, Pensilvania, Aranzazu, entre otros.

Finalmente, el mapa de riesgo por movimientos en masa, se ha consolidado también a partir de diferentes estudios, en la siguiente figura, donde se puede observar, de las zonas que cuentan con información, el riesgo más alto se presenta en los municipios de Pácora, Salamina, Neira y Filadelfia.

Figura 18. Mapa de riesgo por movimientos en masa, para el departamento de Caldas



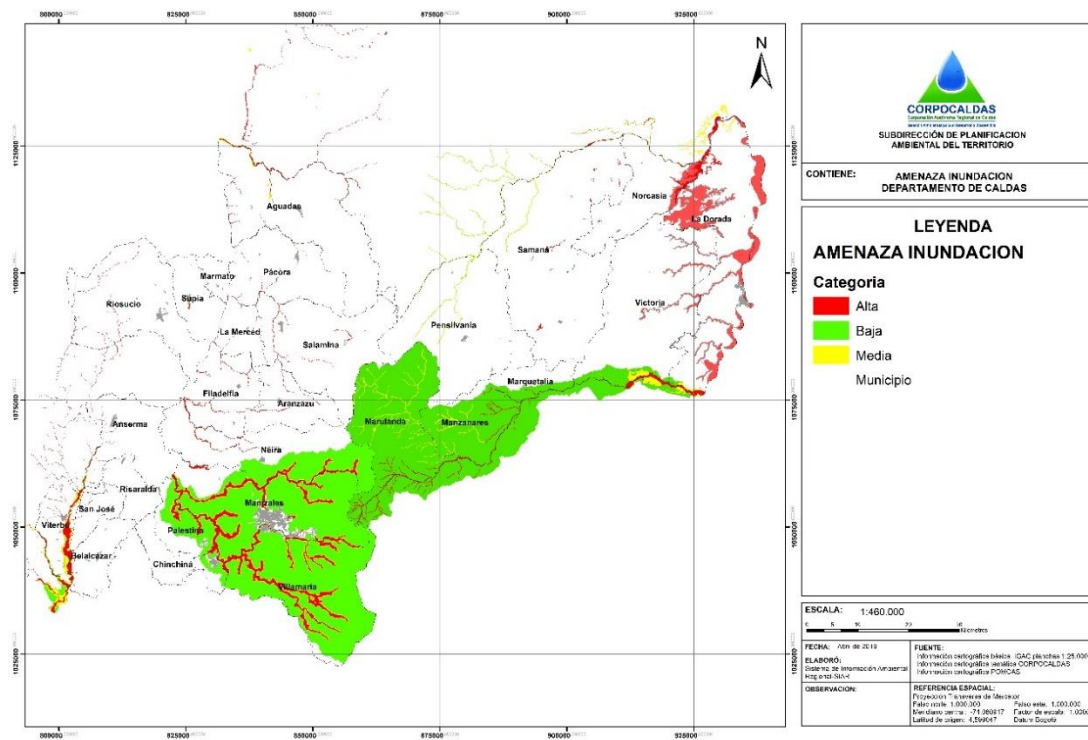
Fuente: SIAR, 2019

1.1.5.2. Amenaza por inundaciones

Los estudios recopilados para el departamento, realizados por Corpocaldas, permitieron la consolidación de un mapa de amenaza y riesgo por inundaciones, que se presentan a continuación.

Dentro de las áreas de mayor amenaza alta se encuentran: La Dorada, Norcasia, Victoria, Viterbo, partes de Belalcázar, Villamaría, Chinchiná, Palestina, Manizales.

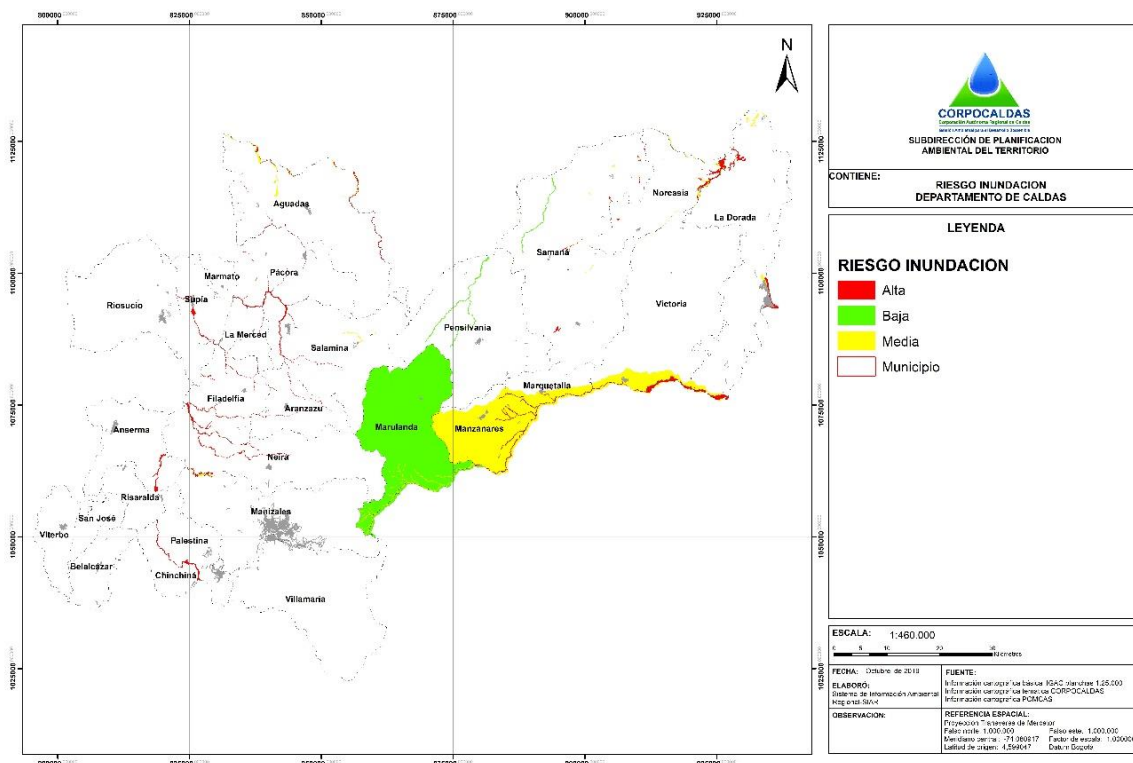
Figura 19. Mapa de amenaza por inundaciones, en Caldas



Fuente: SIAR, 2019

En cuanto al riesgo, los niveles altos se encontraron en municipios como Norcasia, La Dorada, Victoria, también en Pácora, Salamina, Supía, Neira, Anserma y Chinchiná. Niveles de riesgo medio y sectores con nivel alto, en Marquetalia, Manzanera y Manizales.

Figura 20. Mapa de riesgo por inundaciones, departamento de Caldas



Fuente: SIAR, 2019

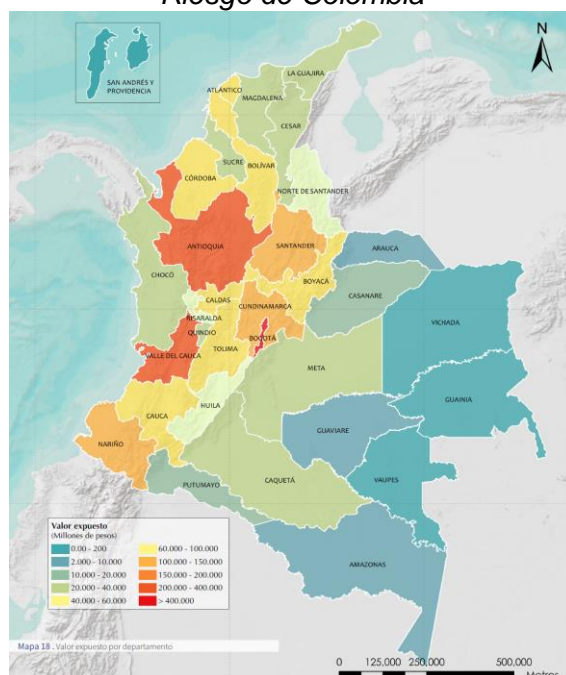
1.1.6. Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para Caldas, Atlas Nacional de Riesgo de Colombia (UNGRD, 2018)

La evaluación del riesgo, realizada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) (2018), en el Atlas Nacional de Riesgo de Colombia, involucra primero la valoración de la exposición, los factores de impacto, la modelación de las pérdidas económicas, como el riesgo físico, y la conformación de un índice de riesgo integral.

La exposición, o los elementos expuestos, se refiere, según la Ley 1523 de 2012, a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura, que, por su localización, pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

La cuantificación de esta exposición, en el estudio realizado para el Atlas de Riesgo de Colombia (2018), se hizo en función de: la información de la distribución de la población, condición socio-económica, tipos de edificaciones (públicas, privadas) y datos del stock de capital, obtenidos de datos estadísticos a escala nacional y sub-nacional³. Para Caldas, el valor calculado es de \$60,518,762,000 de pesos.

Figura 21. Mapa de distribución del valor expuesto en cada Departamento, Atlas de Riesgo de Colombia



Fuente: UNGRD, 2018

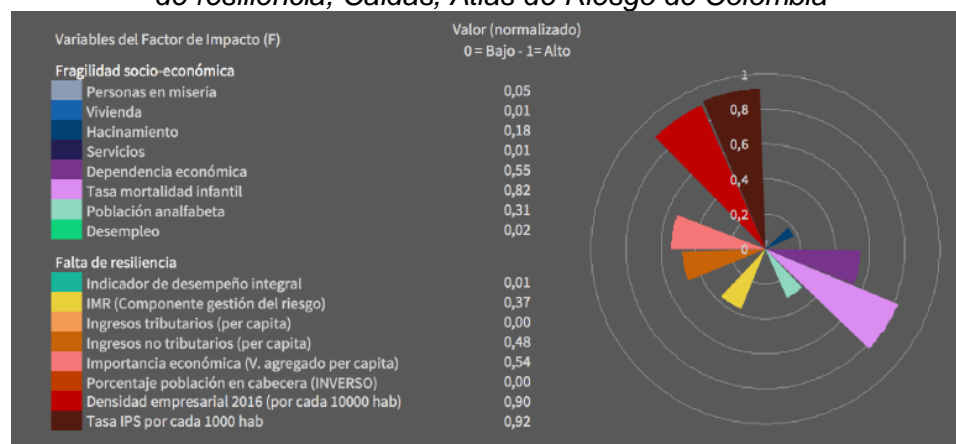
En cuanto a las condiciones de vulnerabilidad, se calcularon indicadores en términos de fragilidad social y falta de resiliencia, entendido también como un factor de impacto. Dentro de los indicadores de fragilidad social se tuvieron en cuenta: personas en miseria, vivienda, hacinamiento, servicios de agua potable y saneamiento básico, población dependiente, tasa de mortalidad infantil, población analfabeta, desempleo.

Los indicadores de falta de resiliencia incluyen: gobernabilidad (desempeño fiscal), gestión del riesgo (índice municipal de riesgo, componente gestión del riesgo), ingresos tributarios y no tributarios, importancia económica, población, densidad empresarial, centros de salud.

³ No se tienen en cuenta sectores de infraestructura ni de agricultura

Los resultados de estos indicadores para el departamento, muestran que hay aspectos de cobertura en salud, densidad empresarial y tasa de mortalidad infantil que tienen los mayores valores, dentro del índice (ver figura).

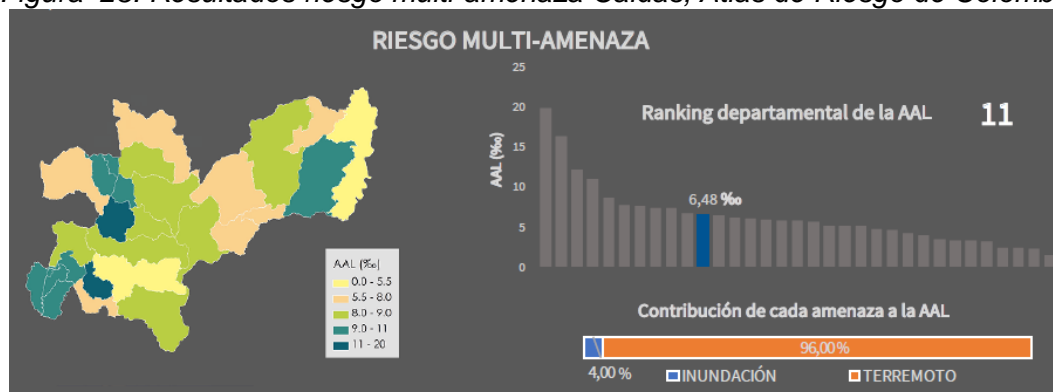
Figura 22. Resultados del cálculo de Factor de Impacto, fragilidad socio-económica y falta de resiliencia, Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia



Fuente: UNGRD, 2018

Con la información de valores expuestos y la modelación de la amenaza por terremoto e inundación, se calcularon las pérdidas probables, con estas dos amenazas, para el departamento y sus municipios, en donde Caldas se ubica en el puesto 11 entre todos los departamentos, y donde los municipios con mayores pérdidas serían: Filadelfia y Palestina, seguidos por Victoria, Risaralda, San José, Viterbo y Belalcázar.

Figura 23. Resultados riesgo multi-amenaza Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia



Fuente: UNGRD, 2018

Finalmente, el índice de riesgo integral se calculó considerando los dos elementos anteriores, resultado que para Caldas lo deja en el puesto 14 entre todos los departamentos, con un total de 0.99.

Figura 24. Resultados evaluación del riesgo integral Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia



Fuente: UNGRD, 2018

Así mismo, la evaluación del índice de riesgo integral se realizó para los 27 municipios de Caldas, donde se puede observar que San José, Palestina, Marmato, Victoria, Risaralda, Belalcázar, Filadelfia, Viterbo y La Merced, tienen el mayor valor de riesgo, que se relaciona también con alto nivel de riesgo físico. Los resultados se presentan en la figura siguiente.

Figura 25. Resultados de la Evaluación Integral de Riesgo para los municipios de Caldas, Atlas de Riesgo de Colombia

EVALUACIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES MUNICIPAL
RI Municipal

Municipio	AAL Multi-amenaza [Col\$ millones]	AAL Multi-amenaza [‰]	RF	F	RI
San José	2.073	10,14	1,00	0,58	1,58
Palestina	15.722	19,45	1,00	0,57	1,57
Marmato	5.185	10,12	1,00	0,55	1,55
Victoria	3.139	10,20	1,00	0,52	1,52
Risaralda	977	10,85	1,00	0,51	1,51
Belalcázar	3.337	10,49	1,00	0,50	1,50
Filadelfia	5.608	11,18	1,00	0,49	1,49
Viterbo	7.385	10,94	1,00	0,48	1,48
La Merced	1.351	9,87	1,00	0,46	1,46
Pácora	6.039	8,90	0,98	0,49	1,45
Samaná	5.683	8,39	0,95	0,52	1,44
Supía	11.253	9,02	0,98	0,47	1,44
Marulanda	1.479	8,41	0,95	0,48	1,41
Salamina	7.467	8,62	0,96	0,44	1,39
Neira	13.026	8,05	0,92	0,49	1,38
Villamaría	14.461	8,75	0,97	0,42	1,38
Pensilvania	5.464	7,63	0,89	0,55	1,37
Aranzazu	4.446	8,15	0,93	0,47	1,37
Anserma	20.212	8,29	0,94	0,45	1,37
Aguadas	12.970	7,78	0,90	0,43	1,29
Norcasia	2.788	6,99	0,82	0,54	1,26
Marquetalia	3.664	6,73	0,79	0,52	1,20
Riosucio	20.917	6,87	0,80	0,46	1,17
Manzanares	5.288	6,52	0,76	0,54	1,17
Chinchiná	19.097	5,88	0,66	0,45	0,96
Manizales	182.936	5,31	0,56	0,30	0,73
La Dorada	10.303	4,70	0,44	0,49	0,66

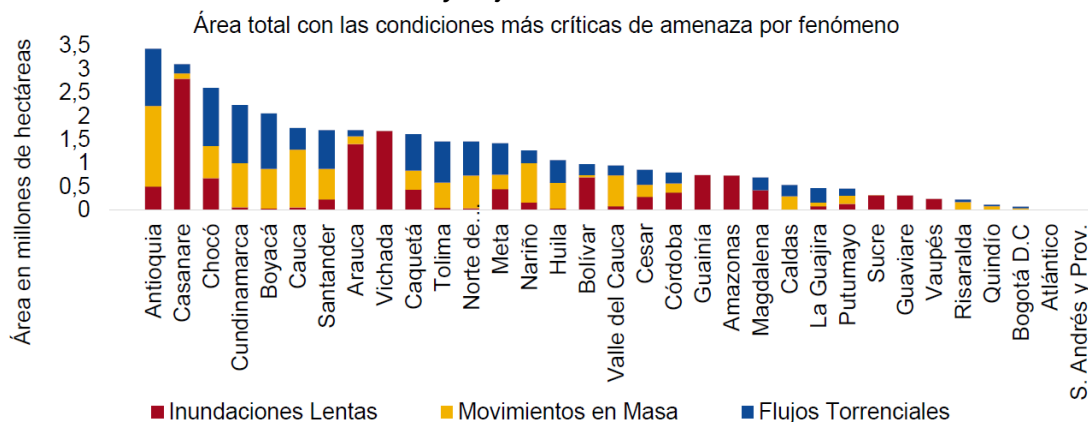
Fuente: UNGRD, 2018

1.1.7. Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, Índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades (DNP, 2018).

Otra evaluación realizada del orden nacional, es la del índice municipal de riesgo de desastres, del Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2018), que trata solamente eventos de origen hidrometeorológico, como inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales.

Los resultados de área con condición de amenaza, indican que en Caldas aproximadamente medio millón de hectáreas están en amenaza, principalmente por movimientos en masa y con una contribución de flujos torrenciales.

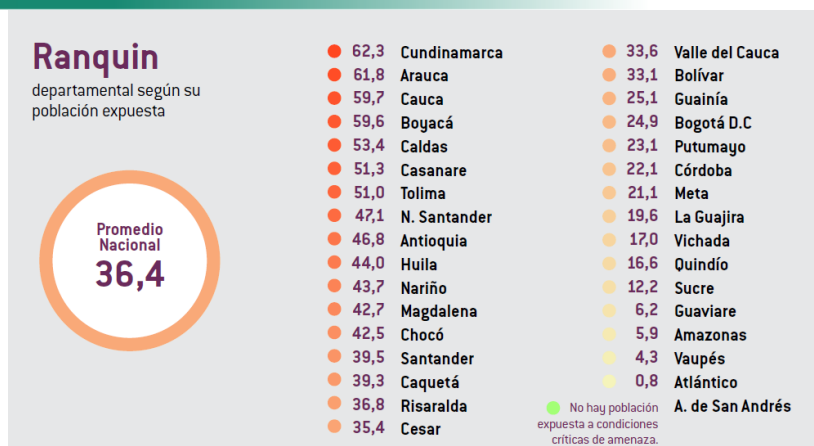
Figura 26. Área con condición de amenaza crítica por inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales



Fuente: DNP, 2018

En cuanto a la exposición, este estudio considera población, infraestructura, bienes o servicios que por su localización pueden ser afectados por una amenaza. La evaluación se hace mediante un porcentaje, que para Caldas es de 53.4, mientras que el promedio nacional es de 36.4, por lo que se considera en un ranking alto.

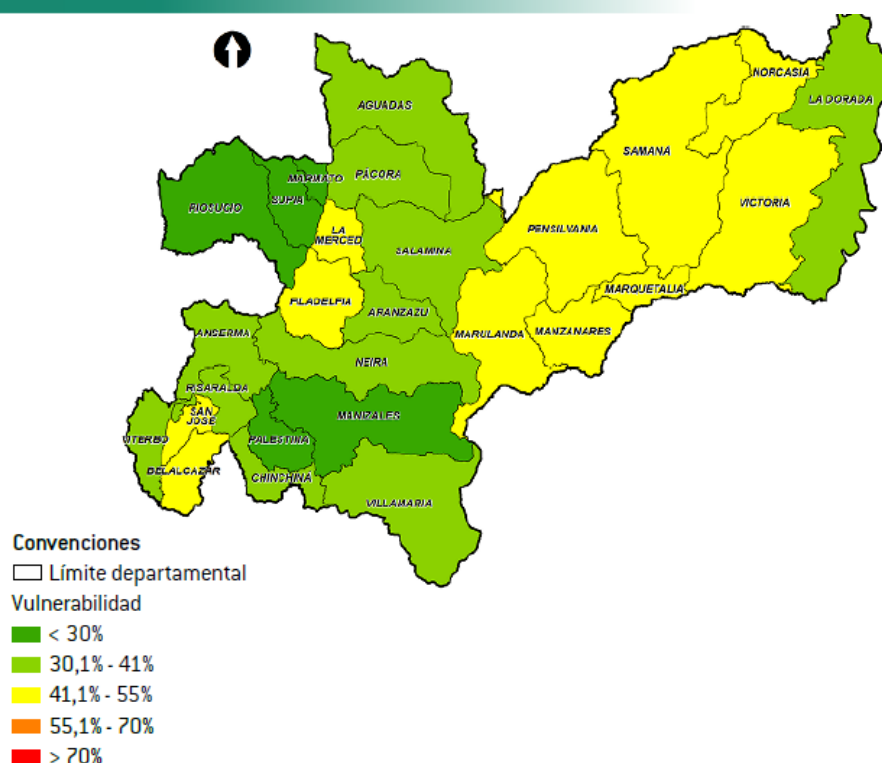
Figura 27. Resultados valor de exposición departamentos de Caldas



Fuente: DNP, 2018

Con respecto a la vulnerabilidad, se mide un indicador de vulnerabilidad social que considera el Índice Sintético de Condiciones de Vida, el cual refleja la limitación que los hogares tienen para acceder y movilizar activos para gestionar el riesgo, con las siguientes dimensiones: sin alcantarillado, bajo logro educativo, sin acceso a fuente de agua mejorada, material de pisos, analfabetismo, rezago escolar, inasistencia escolar, sin aseguramiento a salud, atención integral a la primera infancia, material inadecuado de paredes exteriores. Los resultados para Caldas lo ubican en un rango bajo de vulnerabilidad, con un 33.8%, donde el mayor indicador lo tiene el bajo logro educativo, la falta de alcantarillado y de acueducto. Los resultados municipio se presentan a continuación:

Figura 28. Mapa de vulnerabilidad de Caldas



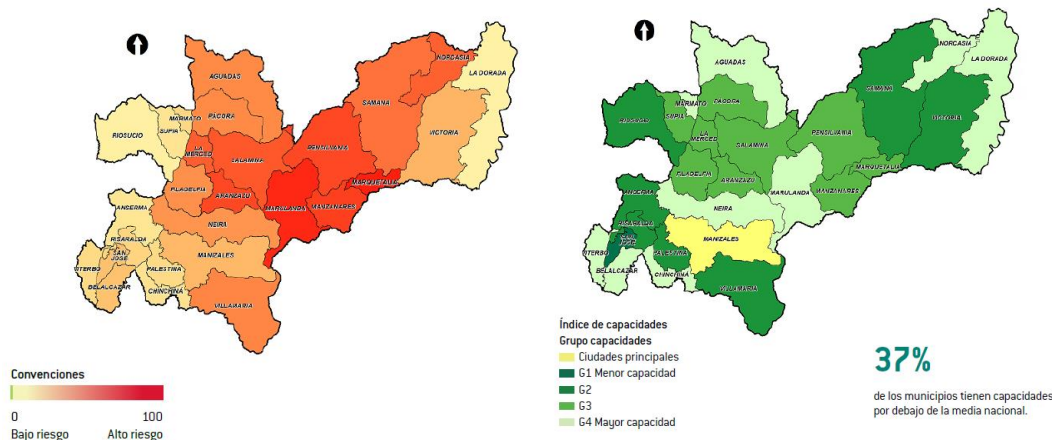
Fuente: DNP (2018)

Los municipios con un mayor nivel de vulnerabilidad (medio) son: Belalcazar, San José, Filadelfia, La Merced, Marulanda, Pensilvania, Manzanares, Marquetalia, Samaná, Victoria y Norcasia.

El índice de riesgo calculado para el departamento muestra que los valores más altos son para Marulanda, Marquetalia, Manzanares, Pensilvania, Aranzazu, entre otros. Así mismo, la metodología considera incorporar la valoración del índice de capacidades, que incluye la dimensión financiera (ingresos del municipio), de gestión del riesgo de desastre (instrumentos de gestión, inversión en gestión), socioeconómica (población urbana, valor agregado, densidad empresarial), el cual, para el caso de Caldas, tiene como resultado que más del 50% de los municipios de Caldas tienen capacidades por encima de la media nacional.

Figura 29. Mapa de riesgo (izquierda) y mapa de índice de capacidades, para Caldas

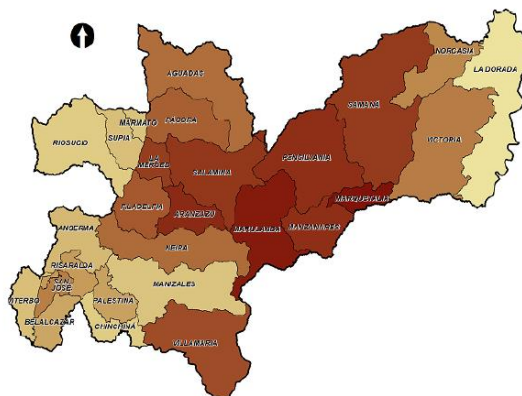
Mapa de índice de riesgo



Fuente: DNP (2018)

Finalmente, el riesgo ajustado por capacidades muestra que los municipios con mayor nivel de riesgo son: Marquetalia, Marulanda, Aranzazu, Manzanares, Pensilvania, Salaminá, Samaná, La Merced, Villamaría, Filadelfia, con valores por encima del 51.8%, que es la media nacional. Los resultados muestran que el 48% de los municipios están por encima de la media nacional.

Figura 30. Mapa de riesgo ajustado por capacidades para Caldas



Fuente: DNP (2018)

1.2. Identificación de condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por cuencas hidrográficas y ampliación para municipios

Desde la Corporación se han incluido estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para los Planes de Ordenamiento y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas, los cuales se presentan a continuación, para entender mejor la situación de riesgo en el territorio.

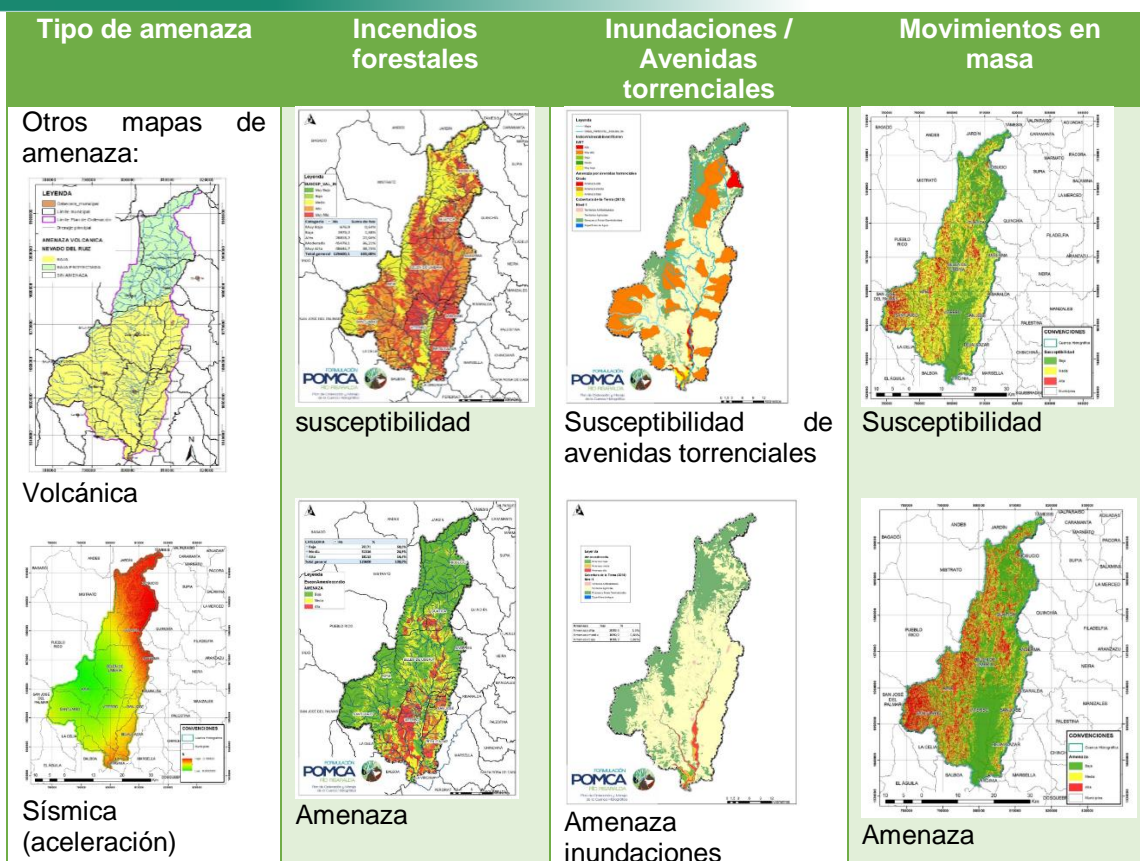
1.2.1. Cuenca del Río Risaralda

Para la cuenca del río Risaralda, se cuenta con los siguientes estudios de amenazas por fenómenos naturales:

Tabla 7. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del río Risaralda

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Inundaciones / Avenidas torrenciales	Movimientos en masa
Insumos	Tipo de Cobertura vegetal (Afloramientos rocosos, bosque denso, fragmentado, de galería, arbustal, lagunas – lagos – ciénagas – glaciares o nieves, mosaico cultivos, pastos, etc.)	Geomorfología (Conos, ladera denudada, llanuras, terrazas fluviales, entre otros) Hidrología Información histórica (áreas críticas)	Zonas inestables. Vegetación. Presencia de roca – suelo Espesor del depósito. clasificación del depósito por su origen Densidad de fracturamiento, asociado a fallas. Variables derivadas del modelo digital de elevación (pendiente, rugosidad, curvatura, orientación, insolación, distancia a drenajes, a vías, a fallas y lineamientos, entre otras).
Metodología	IDEAM Tipo de Combustible Tipo de Cobertura Carga Total combustible factores climáticos, relieve, históricos de incendios y accesibilidad	Análisis de eventos históricos (multitemporal) Análisis Geomorfológico Modelación hidrológica (Caudales extremos), a partir del análisis regional de frecuencias. Registros estaciones IDEAM.	Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (Min. Ambiente, Min. Hacienda, Fondo de Adaptación 2014). Determinación de los parámetros geológico – geotécnicos

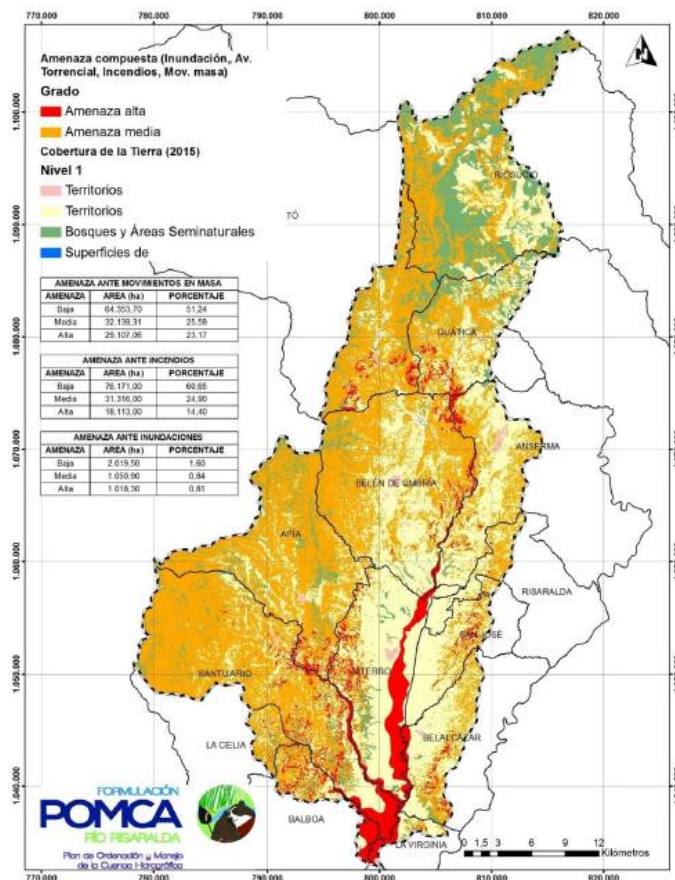
Tipo de amenaza	Incendios forestales	Inundaciones / Avenidas torrenciales	Movimientos en masa
		<p>Definición de unidades inundables</p> <p>Índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET)</p> <p>Identificación de unidades inundables (IDEAM, 2013).</p>	<p>Determinación de los detonantes: niveles freáticos y amplificación sísmica.</p> <p>Cálculo del Factor de Seguridad (FS).</p> <p>Generación del mapa de amenaza en función de probabilidades.</p>
<p>Eventos históricos – Base de Datos Desinventar, Departamento Risaralda.</p> <p>Otros eventos: Hidrometeorológicos (85 urbanos, 357 rurales)</p> <p>Sismo (41 urbanos – 8 mayor afectación; 15 rurales)</p>	<p>Incluidos incendios y quemas.</p> <p>13 eventos urbanos; 103 eventos rurales</p>	<p>281 eventos urbanos – 25 de mayor afectación; 95 eventos rurales – 6 de mayor afectación</p> <p>Validación del estudio con eventos ocurridos resaltándose las zonas de amenaza Media y Alta que coinciden con gran parte de los eventos ocurridos sobre los sectores de la Virginia, Viterbo, y Belén de Umbría (zonas planas de llanuras y terrazas aluviales)</p>	<p>136 eventos urbanos - 13 de mayor afectación. 361 eventos rurales - 16 con mayor afectación.</p> <p>Base de datos de movimientos en masa: 418 eventos reportados en la cuenca (65 eventos “Recientes” (activos) y 353 “Antiguos”)</p>
Nivel de amenaza	<p>Amenaza Baja: 15.621,73 Ha. = 27.47%</p> <p>Amenaza Muy Baja: 5.739.36 Ha. = 10%</p>	<p>Amenaza alta: 2.019.5 Ha. = 1.6%</p> <p>Amenaza media: 1.050.9 Ha. = 0.84%</p> <p>Amenaza baja: 1.018.3 Ha. = 0.81%.</p> <p>En la parte baja de la cuenca, sobre los afluentes del Río Risaralda, Río Mapa y Río Totuí.</p> <p>La mayor extensión de manchas de inundación analizadas se encuentra sobre el río Risaralda, en Viterbo (Caldas).</p>	<p>Amenaza alta: 64.353,70 Ha = 24%</p> <p>Amenaza media: 32.139,31 Ha. = 25.59%</p> <p>Amenaza baja: 29.107,06 Ha. = 23.17%</p>



Fuente: POMCA, Rio Risaralda. Corpocaldas, Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda (2016)

En la figura siguiente se muestra la amenaza compuesta de inundación, avenidas torrenciales, incendios y movimientos en masa en la cuenca, en la cual se puede observar que en Belalcazar y Viterbo se presenta amenaza alta por inundaciones, así como amenaza media por incendios forestales. En San José también se presenta amenaza media, por incendios forestales, y en Anserma un área con amenaza alta por movimientos en masa.

Figura 31. Mapa de amenaza compuesta (inundación, avenidas torrenciales, incendios, movimientos en masa), cuenca rio Risaralda



Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda

1.2.2. Cuenca del Rio Campoalegre y otros directos al Cauca

En el estudio de diagnóstico realizado en el año de 2009 y posteriormente actualizado en 2019, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 8. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del rio Campoalegre


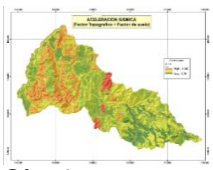
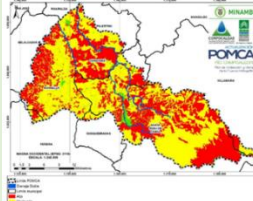
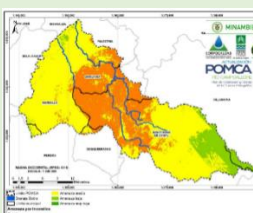


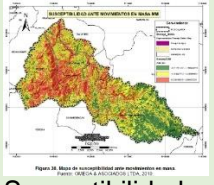
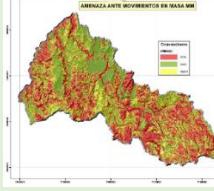
Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
Inventario de desastres (# eventos), en la cuenca		13	46 inundaciones 10 avenidas torrenciales	115 deslizamientos En Caldas, concentración de eventos en: Chinchiná —

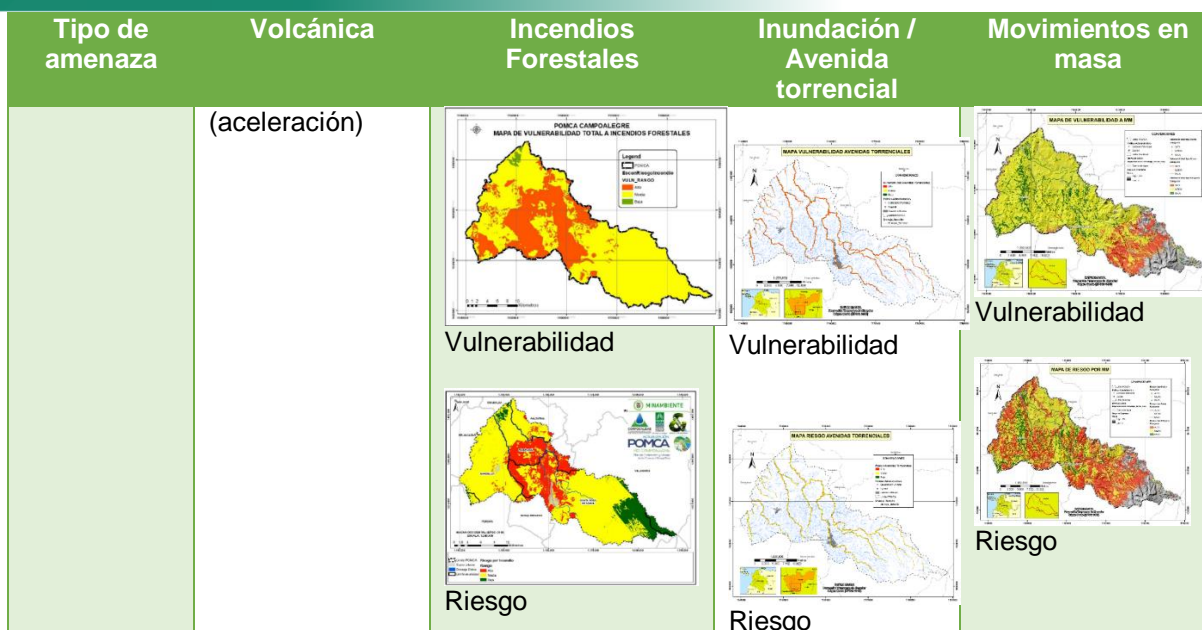
Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
				vereda Narajal, La Floresta, la Cachucha, La Estrella Palestina – veredas Higuérón, La Plata, La Muleta. Villamaría –vereda Potosí (deposición glaciari)
Insumos	Mapa amenaza volcán Nevado del Ruíz (SGC) Mapa amenaza volcán Santa Isabel (Ingeominas, 1993).	Cobertura vegetal Parámetros Climáticos. Relieve. Eventos Históricos. Accesibilidad	Geomorfología Evidencias de campo	Modelo digital del terreno (pendiente, rugosidad, curvatura, insolación, orientación, acumulación de la cuenca, longitud, relieve relativo, proximidad – drenajes, vías, fallas y lineamientos. Geología 1:25.000 Unidades Geológicas Superficiales Cobertura Vegetal Geomorfología

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
Metodología Evaluación	<p>Nevado del Ruíz</p> <p>Alta: caída de cenizas y lapilli acumulaciones mayores a 10 cm – sector Este de la cuenca, veredas: Paramo de Santa Rosa, Termales, Yarumal, Santa Rita, Potreros y las Brisas.</p> <p>Media: caída de cenizas y lapilli con acumulaciones entre 1 y 10 cm de espesor: en la cuenca 50.648 Ha., 79%.</p> <p>Nevado Santa Isabel: Amenaza alta: Zona 1ª - al Este de la cuenca, inmediaciones al sector del cono volcánico - veredas Paramo de Santa Rosa, Potosí y Paramos de los municipios de Santa Rosa de Cabal y Villa María.</p>	<p>Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - escala 1:100.000. 2011</p> <p>Parámetros principales de observación: tipo de cobertura, combustible y carga total de combustible</p>	<p>Inundaciones: criterios geomorfológicos, evidencias de campo, características morfométricas de los cauces principales y secundarios de las cuencas, para identificar las áreas con geoformas susceptibles.</p> <p>Avenidas torrenciales: identificación de microcuencas susceptibles a partir del cálculo del índice IVET y comprobación de algunas evidencias de campo, y sucesos históricos reportados.</p> <p>Modelación hidrológica e hidráulica</p>	<p>Metodología Protocolo Gestión del Riesgo POMCAS, y Decreto 1807 de 2014.</p> <p>Análisis multi variante discriminante</p>
Análisis de susceptibilidad			<p>Eventos torrenciales: Alta: 3.548,9 Ha., 5.54% Media: 1.452,49 Ha., 2.27% Baja: 58.999,85 Ha., 92.19%</p>	<p>Alta: 20.406,7 Ha., 31.89% Media: 30.155,44 Ha., 47.13% Baja: 13.427,57Ha., 20.98%</p>
Amenaza	<p>La zona 1B, Afectación potencial por flujos piroclásticos y lahares con piroclastos de cenizas de más de 20 cm de</p>	<p>Alta: 19.182,11 Ha., 29.97% Media: 39.669,83 Ha., 60.43% Baja: 6.140,28 Ha., 9.59% Muy baja: 2,81 Ha.,</p>	<p>Avenidas torrenciales: Alta: 2.227.20 Ha., 61% Media: 783.39 Ha., 21% Baja: 651.71 Ha., 18%</p>	<p>Detonantes: niveles freáticos, aceleración sísmica – diferentes escenarios.</p> <p>Niveles de amenaza asociados a</p>

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
	<p>espesor - sectores Paramo de Santa Rosa y Potosí.</p> <p>Zona 1C, afectaciones por lahares - asociadas al cauce del rio Campoalegre.</p> <p>Amenaza media: Potenciales caída de piroclastos en capas entre 10 cm y 20 cm - veredas Paramo de Santa Rosa y El Cedral (municipio de Santa Rosa de Cabal).</p> <p>Amenaza Baja: veredas Santa Rita, El Cedral, Termales, Paramo de Santa Rosa, La Paloma, Potreros y Yarumal en los municipios de Santa Rosa y Villamaría.</p>	0.004%		<p>posibilidad de falla -</p> <p>Alta: 26.831.17 Ha., 41.93%</p> <p>Media: 17.856.87 Ha., 27.89%</p> <p>Baja: 19.307.16 Ha., 30.18%</p>
Elementos expuestos	Bocatomas: 18 – Puentes: 69 – Torres eléctricas: 37 – Construcciones 3.229 – Vías tipo 1 a 6: 557.72 Km, línea férrea: 28.37 Km, Poliductos – Gasoductos 84.94 Km, líneas de alta tensión 67.13 km, coberturas (socioeconómicas) 54.260,81 Ha., tejido urbano: 1.379 Ha.			
Vulnerabilidad		<p>Poblacional Territorial Infraestructura Patrimonial Económica Institucional</p> <p>Determinación elementos expuestos en áreas de amenaza definidas.</p>	<p>Nivel de amenaza presente, la exposición, fragilidad, resiliencia para los elementos presentes en las zonas de diversa categoría de amenaza en la cuenca.</p>	<p>Nivel de amenaza presente, la exposición, fragilidad, resiliencia para los elementos presentes en las zonas de diversa categoría de amenaza en la cuenca.</p>

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
		<p>Evaluación fragilidad</p> <p>Análisis resiliencia</p> <p>Evaluación vulnerabilidad</p> <p>Índice de vulnerabilidad</p>	<p>Vivienda: 122</p> <p>Puentes. 24</p> <p>Bocatomas:5</p> <p>Vías:43.169,05 km</p> <p>Líneas eléctricas:4.408,5 1 km</p> <p>Poliducto: 5.920 Km</p> <p>Línea férrea: 1.919,31 km</p> <p>Tejido urbano discontinuo: 1.301,59 Ha.</p> <p>Cultivos transitorios: 694,52 Ha.</p> <p>Cultivos permanentes: 667,03 Ha.</p> <p>Bosques: 1.204.23 Ha.</p> <p>Pastos: 553,10 Ha.</p>	<p>De las viviendas construidas: Media: 2.031, 63% Baja: 1.198, 37%</p> <p>Torres eléctricas: Alta: 3, 8%; Media: 10, 27%, Baja: 24, 65%</p> <p>Puentes: Altas: 14, 20%; Media: 20, 29%; Baja: 35, 51%.</p> <p>Bocatomas: Alta: 4, 22%, Media: 10, 56%, Baja: 4, 22%</p> <p>Vías: Alta: 51 km, 3%; Media: 418 Km, 23%; Baja: 1.354 km., 74%.</p> <p>Líneas eléctricas: Alta: 11.56 km, 17%; Media: 27.25 Km, 41%; Baja: 28.31 km., 42%.</p> <p>Tejido urbano discontinuo: Media: 560.493 Ha., 43% Baja: 741.10 Ha., 57%</p> <p>Vulnerabilidad ambiental</p>
Riesgo		<p>Ato: 12.792,82 Ha, 19,99%</p> <p>Medio:44.813,96 Ha., 70.03%</p> <p>Bajo: 6.388,36 Ha., 9,98%</p>	<p>Vivienda: 122</p> <p>Puentes. 17</p> <p>Bocatomas:5</p> <p>Vías:43.169,05 km</p> <p>Líneas eléctricas:4.408,5 1 km</p> <p>Poliducto: 5.920</p>	<p>De las viviendas construidas: Alto: 963, 30% Medio: 1.068, 33% Bajo: 1.198, 37%</p> <p>Torres eléctricas: Alto: 7, 19%;</p>

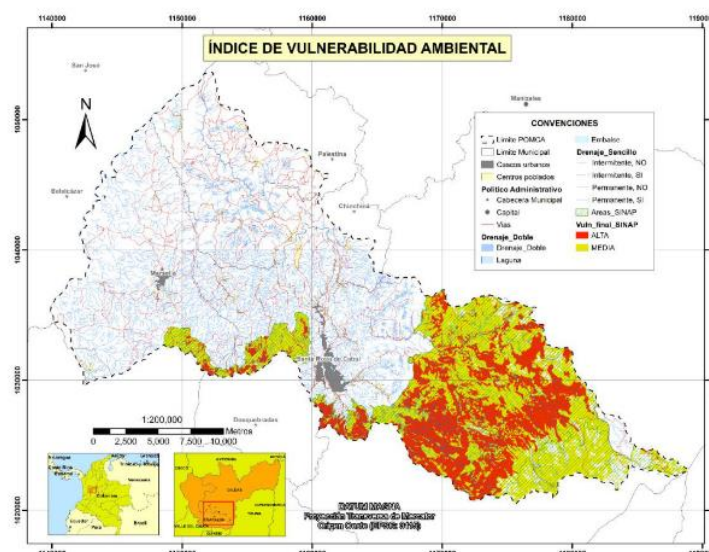
Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
			<p>Km Línea férrea: 1.919,31 km Tejido urbano discontinuo: 1.301,59 Ha. Cultivos transitorios: 29.087,19 Ha. Cultivos permanentes: 19.333,63 Ha. Bosques: 1.230.44 Ha. Pastos: 23.540,51 Ha.</p>	<p>Medio: 6, 16%, Bajo: 24, 65%</p> <p>Puentes: Alto: 16, 23%; Medio: 18, 26%; Bajo: 35, 51%.</p> <p>Bocatomas: Alto: 5, 28%; Medio: 9, 50%; Bajo: 4, 22%</p> <p>Vías: Alto: 380 km, 21%; Medio: 89 Km, 5%; Bajo: 1.354 km., 74%.</p> <p>Líneas eléctricas: Alto: 25.04 km, 37%; Medio: 13.76 Km, 21%; Bajo: 28.04 km., 42%.</p> <p>Tejido urbano discontinuo: Alto: 174 Ha., 13% Medio: 386 Ha., 30% Bajo: 741.10 Ha., 57%</p>
Mapas	 <p>Amenaza volcánica</p> <p>Otras amenazas:</p>  <p>Sísmica</p>	 <p>Susceptibilidad</p>  <p>Amenaza</p>	<p>Avenidas torrenciales:</p>  <p>Susceptibilidad</p>  <p>Amenaza</p>	 <p>Susceptibilidad</p>  <p>Amenaza</p>



Fuente. Diagnóstico POMCA Campoalegre, Corpocaldas, Carder, Omega, 2019

Adicionalmente, se cuenta con un mapa de vulnerabilidad ambiental de la cuenca que da cuenta de una vulnerabilidad alta y media en la parte alta de la cuenca, correspondiente en Caldas a un pedazo muy pequeño del municipio de Villamaría.

Figura 32. Mapa de vulnerabilidad ambiental cuenca Campoalegre



Fuente: Diagnóstico POMCA Campoalegre, Corpocaldas, Carder, Omega, 2019

En conclusión, se puede observar que, para los municipios de Caldas que hacen parte de esta cuenca, la amenaza alta y media por deslizamientos y avenidas torrenciales se presenta principalmente en Chinchiná, en parte porque es el que tiene mayor superficie en el área de la cuenca, en comparación con Palestina y Villamaría. Se destaca también, en el caso de incendios Forestales, Chinchiná tiene un área importante con amenaza alta y el resto media, con pocas áreas en manaza baja, mientras que Palestina presenta parte de su territorio en amenaza alta y media.

1.2.3.Cuenca del Río Chinchiná

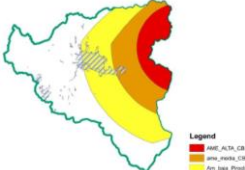
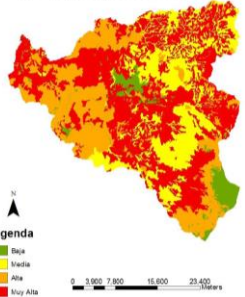
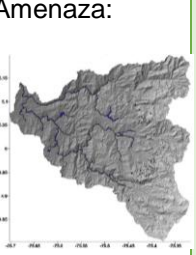

En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río Chinchiná, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

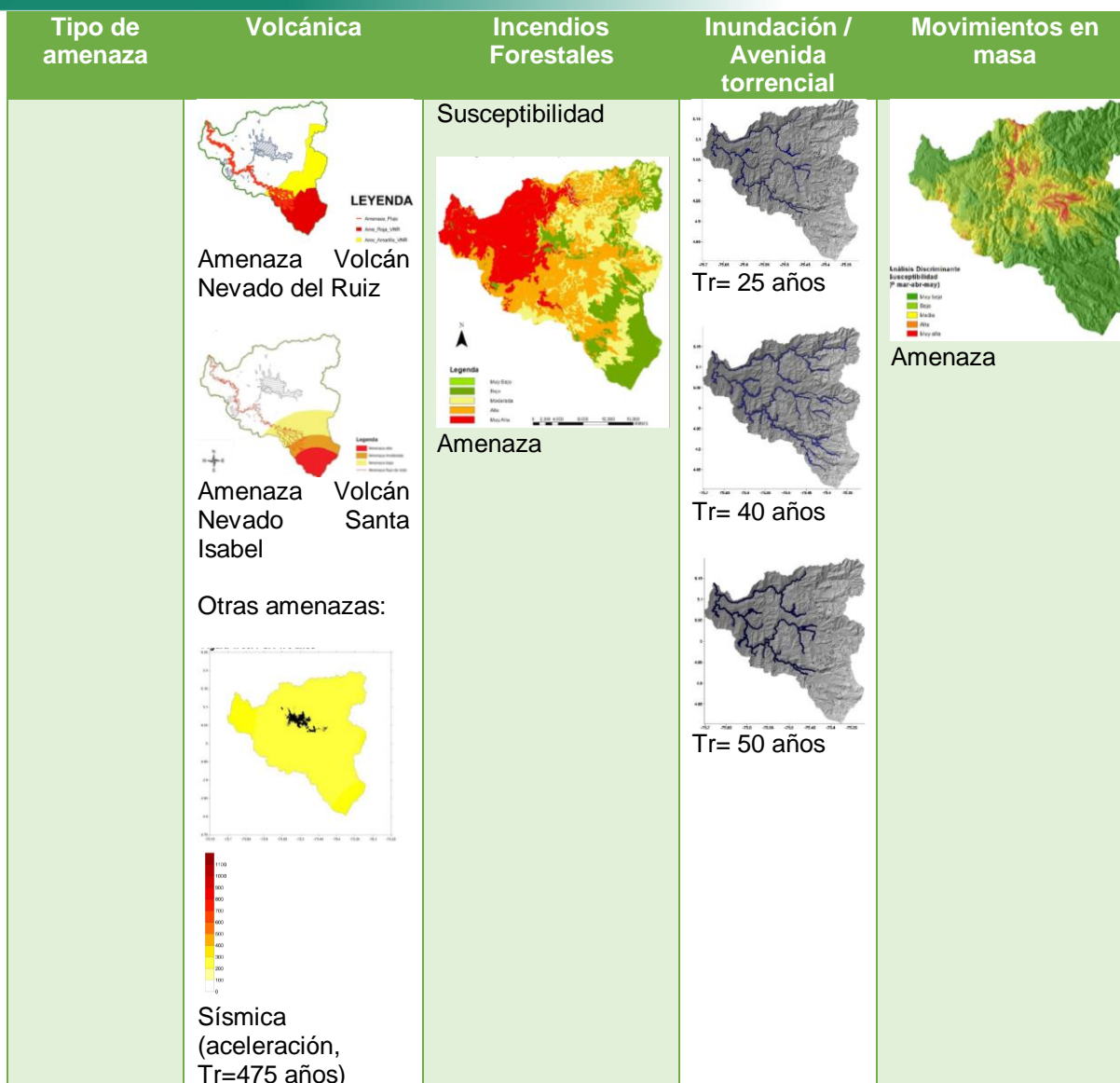
Tabla 9. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del río Chinchiná

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
-----------------	-----------	----------------------	---------------------------------	---------------------

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
<p>Erupciones volcánicas: 2</p> <p>Erupciones históricas (1595, 1623, 1805, 1828, 1829, 1831, 1833, 1845, 1916, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1988, 1989) Las últimas han sido en su mayoría emisiones de ceniza.</p>		Manizales 4	<p>Inundación Manizales 21 Villamaría 3 Palestina 3 Chinchiná 3</p> <p>Avalanchas – Manizales 3</p> <p>Avenidas torrenciales Manizales 6 Neira 1 Villamaría 2 Chinchiná 2</p>	<p>Manizales 138 Neira 21 Villamaría 19 Palestina 6 Chinchiná 18</p> <p>Eventos previos en la cuenca de otras fuentes de información, georreferenciadas: 894 puntos (756 puntos perímetro urbano Manizales 137 puntos zona rural cuenca)</p>
Insumos	Información volcanes: Cerro Bravo, Nevado del Ruíz, Santa Isabel.	Cobertura vegetal	Información de lluvias de estaciones. Cobertura Topografía	Geología Procesos geomorfológicos Cobertura vegetal Modelo de Elevación Digital
Metodología Evaluación	Modelación flujo 1985 Modelación ceniza 2012 Análisis probabilista flujo piroclástico 1592 – 1845 -1985	Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000” del IDEAM (2011)	<p>Caracterización de lluvias por medio de curvas PADF Generación de tormentas estocásticas Cálculo de tirantes de inundación – modelo simplificado Análisis hidrológico Análisis hidráulico Análisis inundación llanura Mapas de inundación (Tr 10, 25, 40 y 50 años)</p>	<p>Revisión estado del arte. Se incluyeron: Método estadístico multivariado: 1. Análisis Discriminante</p> <p>Enfoques frecuentistas / probabilistas: 2. Método de relación de frecuencias 3. Redes neuronales artificiales 4. Conjuntos difusos</p> <p>Análisis de factores causales de deslizamiento: Distancia a elementos clave Mapas insumos</p>

Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
				Temáticas derivadas de la topografía
Análisis de susceptibilidad				Selección de modelo de análisis discriminante
Amenaza	<p>Cerro Bravo: Amenaza Alta, media y baja por piroclastos (ceniza y lapilli), que podrían afectar a Manizales y Villamaría.</p> <p>Nevado del Ruíz: Amenaza alta: parte alta de la cuenca (Villamaría) y por flujos de lodo por los ríos Lagunillas, Azufrado, Recio, Alfómbrales y Quebradas Molinos y Nereidas, hasta llegar al río Chinchiná, afectando el municipio de Chinchiná, sectores de Santágueda en Palestina, Posibles afectaciones en infraestructura via..</p> <p>Manizales, Neira, afectación por caída de ceniza.</p> <p>Santa Isabel: Amenaza por flujos de lodo, por las quebradas juntas y/o Santa Bárbara, por la cuenca de río Claro.</p>			Incluye análisis de lluvias

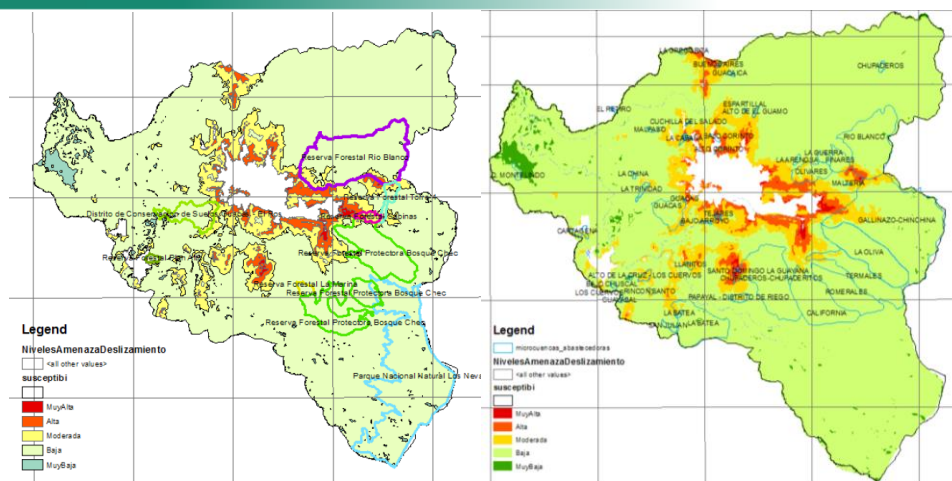
Tipo de amenaza	Volcánica	Incendios Forestales	Inundación / Avenida torrencial	Movimientos en masa
	Amenaza alta, media y baja por flujos piroclásticos y piroclastos de caída, en la parte superior de la cuenca (Villamaría).			
Exposición	13.558 Predios rurales (7.194 Manizales (35.3%), 3.050 Villamaría (43.6%), Palestina 1.570 (6.5%), Neira 1.335 /13.1%), Chinchiná 384 (1.4%), Marulanda 25 (0.1%).			
Vulnerabilidad	Índice de afectación (niveles de amenaza y su análisis (concentración) espacial por predios) Viviendas materiales precarios Vulnerabilidad parcial: Indicadores fragilidad social y falta de resiliencia			
				Vulnerabilidad ecológica: Puntos de interés ambiental Áreas naturales protegidas expuestas a deslizamientos Vulnerabilidad ambiental: Uso del suelo – cultivos y áreas agrícolas Microcuencas abastecedoras
Riesgo	Riesgo implícito		Riesgo implícito	Riesgo implícito Sitios de interés: Vía al Magdalena, sector Sabinas Quebrada la Mula Quebrada Manizales Sector el Rosario
Mapas	 <p>Amenaza Volcán Cerro Bravo</p>	 <p>Legenda Baja Media Alta Muy Alta</p>	<p>Amenaza:</p>  <p>Tr= 10 años</p>	 <p>Susceptibilidad</p>



Fuente: POMCA cuenca rio Chinchiná, 2013

Otros mapas que son de interés, son aquellos relacionados con la vulnerabilidad ecosistémica y ambiental, en relación a los movimientos en masa. A continuación, se presentan los mapas de vulnerabilidad de áreas protegidas y de microcuencas abastecedoras.

Figura 33. Mapas de vulnerabilidad de áreas protegidas (izquierda) y microcuencas abastecedoras (derecha)

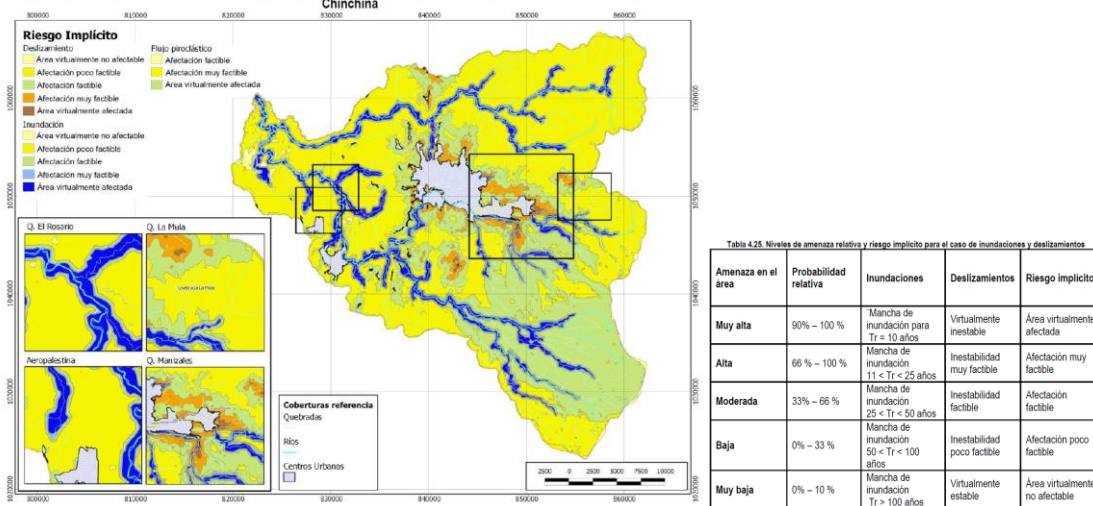


Fuente: POMCA cuenca rio Chinchiná, 2013

Así mismo se combinan las amenazas de movimiento en masa, inundación y flujos piroclásticos en un mapa multi-amenaza, considerado también riesgo implícito.

Figura 34. Mapa multi-amenaza cuenca rio Chinchiná, y tabla de niveles de amenaza

Figura 4. 148. Distribución del riesgo implícito por la combinación de los niveles de múltiples amenazas en la cuenca del río Chinchiná



Fuente: POMCA cuenca río Chinchiná, 2013

En conclusión, se puede observar que en la parte media de la cuenca se concentra la amenaza alta y muy alta por deslizamientos (municipio de Manizales, sectores Neira y Villamaría). Los ríos de cuenca tienen un nivel de amenaza muy alta.

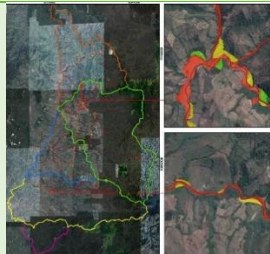
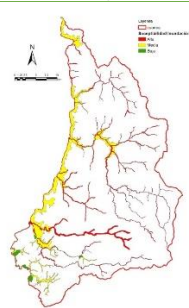
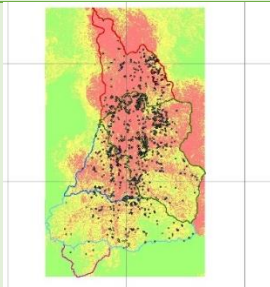
1.2.4. Cuenca del Río Tapias y otros directos al Cauca

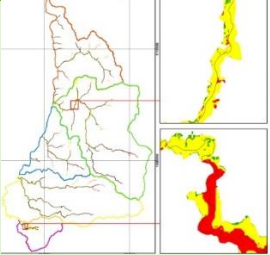
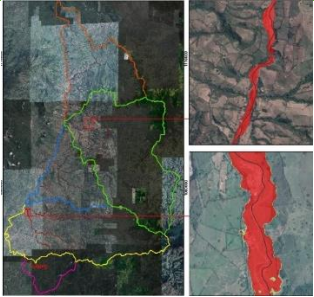
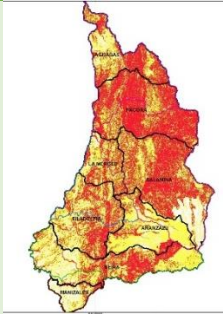
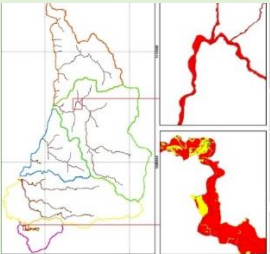
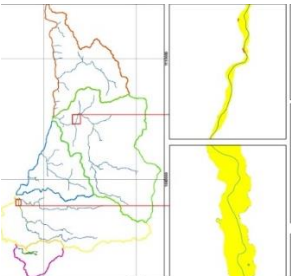
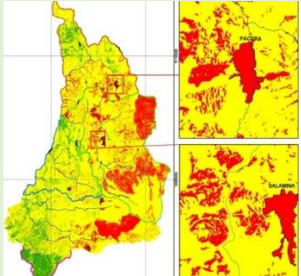
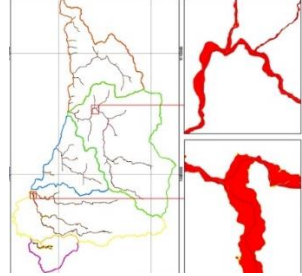
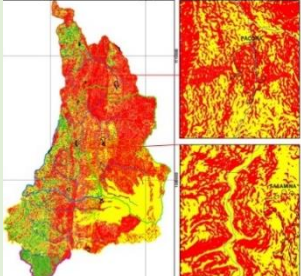
En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río Tapias, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 10. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del río Tapias

Tipo de amenaza	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Inventario de desastres (# eventos), en la cuenca	La región hidrográfica del río Pozo, al norte de la zona de estudio, presenta la		Diagnóstico POMCA, 2015: 166 eventos Tesis U. Caldas (2001, 2016,

Tipo de amenaza	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
	mayor la cantidad de eventos de torrencialidad		2008): 149 eventos SIMMA (SGC) (1942 a 2017): 146 eventos Foto interpretación (2004, 2005, 2006, 2009, 2012, 2014, 2015): 918
Insumos	Eventos históricos de avenidas torrenciales. Formas de terreno asociadas a procesos torrenciales Modelo de elevación del terreno	Geoformas inundables Eventos históricos de inundaciones lentas Modelo de elevación del terreno Topografía	Inventario movimientos en masa Geología Geomorfología Coberturas, vías, red hídrica Modelo de elevación
Metodología Evaluación	IVET, metodología propuesta en la evaluación regional del agua (IDEAM, 2013) Modelo HAND	Guía técnica para la formulación de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas” (MADS, 2014), Modelo hidrológico Modelo hidráulico	
Análisis de susceptibilidad	Determinación de zonas críticas	Rivera del río Cauca, y cercanas a los cierres de las cuencas de los ríos Pácora, Pozo, Maibá, Tapias, Tareas y quebrada La Honda	
Amenaza	Amenaza alta y media en zonas contiguas a los cauces principales de la cuenca y las áreas altas de regiones hidrográficas con pendientes elevadas.	Las regiones con mayor amenaza por inundaciones se encuentran en la subcuenca del río Tapias y de la quebrada Llanogrande. Sobresalen también áreas con amenaza de inundación en las demás corrientes principales de la cuenca, como el río Maibá, el río Pozo y el río Pacora.	Los municipios con mayor área en amenaza alta son Pácora y Salamina, seguido por Aguadas y Neira.

Tipo de amenaza	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Exposición	Índice de exposición. Los mayores índices de exposición se dan en las cabeceras municipales las cuales concentran el mayor número de población y edificaciones; en la subzona la mayor exposición la presentan las cabeceras de los municipios de Salamina, Filadelfia y Neira.		
Vulnerabilidad	Categorías media y alta especialmente en la Quebrada Llanogrande debido a altos índices de exposición, mayor fragilidad y niveles de resiliencia medio a bajos	Índices de vulnerabilidad predominantes son medios y se dan debido a unos bajos índices de exposición, menor fragilidad y niveles de resiliencia medios	La vulnerabilidad alta predomina hacia la zona centro y oriente de la misma hacia las cabeceras y centros poblados y asociada a los altos índices de exposición, fragilidad física, socioeconómica y cultural además de valores altos de falta de resiliencia.
Riesgo	Predominantemente alto y medio, por su poder destructivo, por lo que cualquier elemento expuesto en su radio de afectación es altamente vulnerable (vías, ganadería). Zona occidental de la cuenca.	Primordialmente alto, pues en la subzona hidrográfica se encontraron niveles de amenaza medios y altos para los drenajes analizados combinados con niveles medios de vulnerabilidad. Zona occidental de la cuenca hacia la parte media y baja de los drenajes (intervención antrópica, vías de comunicación y áreas de producción pecuaria).	Primordialmente alto, esto debido a que la subzona hidrográfica presenta unos niveles de amenaza relativamente altos a todo lo largo y ancho de la misma en combinación con una vulnerabilidad predominantemente media. Zona central y noroeste de la cuenca (intervención antrópica, cabeceras municipales, vías, producción agrícola y pecuaria).
Mapas	 Amenaza	 Susceptibilidad	 Susceptibilidad

Tipo de amenaza	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
	 <p>Vulnerabilidad</p>	 <p>Amenaza</p>	 <p>Amenaza</p>
	 <p>Riesgo</p>	 <p>Vulnerabilidad</p>	 <p>Vulnerabilidad</p>
		 <p>Riesgo</p>	 <p>Riesgo</p>

Fuente: POMCA cuenca río Tapias

En conclusión, se puede ver que esta cuenca tiene grandes áreas de amenaza y riesgo alto por movimientos en masa en Pácora, Salamina, y Aguadas, y sectores en Palestina y Neira, y amenaza y riesgo medio (con partes en nivel alto), en Aranzazu.

1.2.5. Cuenca del Río Arma

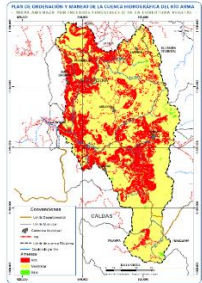
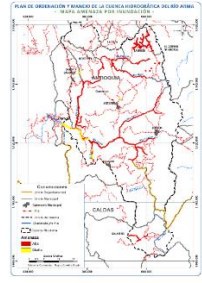
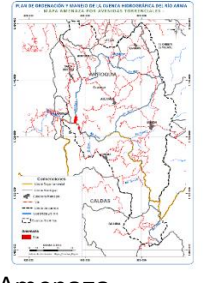
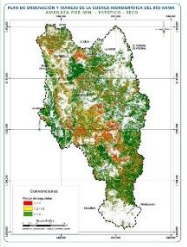

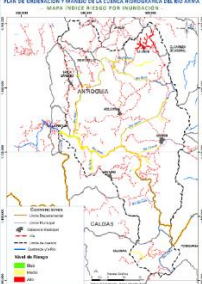

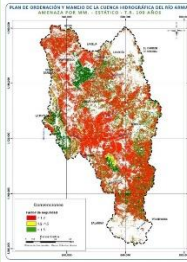



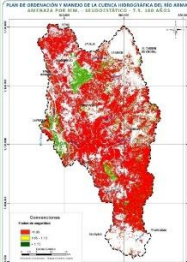
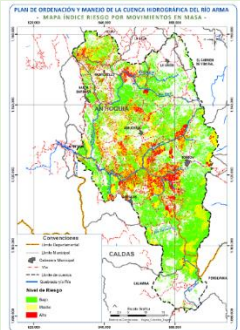
En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río Arma, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 11. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Río Arma

Tipo de amenaza	Incendios Forestales	Inundación	Avenidas Torrenciales	Movimientos en masa
Inventario de desastres		Desinventar, SGC, PMGRD: 38% eventos en La Pintada 19% eventos en Santa Bárbara 6% eventos en la Unión 22% eventos en Sonsón 10% eventos La Ceja	Desinventar, SGC, PMGRD: 9 avenidas torrenciales 67% eventos en Sonsón 33% eventos en Abejorral, Montebello y Santa Bárbara	Fotointerpretación de sensores remotos y trabajo de campo. 2242 eventos (2078 fotointerpretación). Mayores afectados: Sonsón, Abejorral y Aguadas.
Insumos	Cobertura vegetal Temperatura	Trabajo de campo Cartografía	Eventos históricos Cartografía	Variables morfométricas (pendiente, orientación de laderas, oscilación) Variables geológicas (roca – suelo, espesor, origen, densidad, fracturamiento) Vegetación Sondeos (perforaciones y apiques) Información de lluvias máximas diarias anuales (Tr 2, 20, 50 y 100 años).
Metodología Evaluación	Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal. Escala 1:100.000” elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el IDEAM, 2011.	Análisis geomorfológico Identificación de zonas inundables Hid	Eventos históricos Análisis geomorfológico Índice de Vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET)	Regresión logística Random Forest Análisis discriminante Elección modelo susceptibilidad (curvas ROC) Definición de parámetros geotécnicos y geomecánicos Modelación saturación del suelo. Factor seguridad Se generaron escenarios para análisis de amenaza: Estáticos (saturado,

Tipo de amenaza	Incendios Forestales	Inundación	Avenidas Torrenciales	Movimientos en masa
				parcialmente saturado, seco). Estáticos para diferentes periodos de retorno Seudoestáticos (sismo 475 Tr) (saturado, parcialmente saturado, seco) Seudoestáticos para diferentes periodos de retorno de lluvias
Análisis de susceptibilidad	Por tipo de combustible vegetal predominante Por carga total de combustible Por duración del combustible dominante. 14.91% muy alta 82.60% moderada 1.68% muy baja 0.815 sin riesgo	Alta: Unidad de Plano o Llanura de inundación del río Arma y a los cauces de los ríos Piedras, Buey, Aures y Sonsón, Además a lo largo del cauce del río Arma hasta la desembocadura de la quebrada Seca. Media: cauce de la quebrada Seca y al tramo del río Arma que va desde la quebrada mencionada hasta el municipio de La Pintada.		
Amenaza	Alta: 63.459,037 Ha.; 33.09% Media: 126.398,776 Ha.; 65% Baja: 1.945,20 Ha.; 1.01%	Alta: 0.8% del área de la cuenca. Asociada a subunidades de Plano o Llanura de inundación y a los cauces de los ríos Piedras, Buey, Aures y Sonsón principalmente, además a lo largo del cauce del río Arma hasta la desembocadura de la quebrada Seca. Media: 0.5% del área de la cuenca, asociadas al cauce de la quebrada Seca	Alta: 0.6% del área de la cuenca	Alta: zonas de la parte media y noroccidental de la cuenca (altas pendientes, mayoría de procesos morfodinámicos de envergadura). Condición estática y saturado: Alta: factor seguridad <1.2: 1'890.097.7m2, 31.5% área. Media: FS 1.2 – 1-5: 696.623,2 m2, 11.6%. Baja: FS > 1.5: 6.008.865,9 m2, 57%.

Tipo de amenaza	Incendios Forestales	Inundación	Avenidas Torrenciales	Movimientos en masa
		y al tramo del río Arma que va desde la quebrada mencionada hasta el municipio de La Pintada.		
Vulnerabilidad	Índice de fragilidad (física, socio-cultural, ecosistémica) Índice de resiliencia Índice de vulnerabilidad: Alto: centros poblados y alrededores del mpio. Abejorral. Medio: sectores centro y norte (fragilidad ecosistémica). Bajo:			
Riesgo	<p>Determinístico: Alto: 33.861 Ha.; 17.65% Medio: 68.472 Ha.; 35.70% Bajo: 89.470 Ha. 46.65%</p> <p>Daños y pérdidas: Productividad – Bajo</p> <p>Productividad y equilibrio natural – medio Satisfacción de necesidades básicas y equilibrio natural – alto. Uso suelo: Agricultura, ganadería – alto Agricultura, agroforestal, asentamiento, conservación, forestal, ganadería, infraestructura, minería - medio</p>	<p>Determinístico: Alto: 682 Ha.; 0.36% Medio: 1493 Ha.; 0.78% Bajo: 38 Ha. 0.02% Sin riesgo: 189.590,01 Ha.; 98.85%</p> <p>Daños y pérdidas: Productividad – baja Productividad y equilibrio natural – media Satisfacción de necesidades básicas y equilibrio natural – alta</p> <p>Usos del suelo – agricultura, asentamiento, ganadería, infraestructura, minería: Alto. Agricultura, conservación, cuerpos agua, ganadería: medio</p>	<p>Determinístico: Alto: 115 Ha.; 0.06% Medio: 35 Ha.; 0.02% Sin riesgo: 191.653,01 Ha.; 99.92%</p> <p>Daños y pérdidas: Uso del suelo: Ganadería: alto Conservación, cuerpos de agua: medio.</p>	<p>Probabilístico: Alto: 10.830 Ha.; 9.45% Medio: 10.923 Ha.; 9.53% Bajo: 92.867 Ha. 81.02%</p> <p>Determinístico: Alto: 15.067.93 Ha.; 7.856% Medio: 32.079,11 Ha.; 16.725% Bajo: 67.162,66 Ha. 35.022% Sin riesgo: 77.483,3 Ha.; 40.397%</p> <p>Daños y pérdidas: Productividad – baja Productividad y equilibrio natural – media Satisfacción de necesidades básicas y equilibrio natural – alta Usos del suelo – agricultura y ganadería: alto Agricultura, cuerpos de agua, ganadería – medio.</p>
Mapas				
				Susceptibilidad

Tipo de amenaza	Incendios Forestales	Inundación	Avenidas Torrenciales	Movimientos en masa
	<p>Susceptibilidad</p> 	<p>Susceptibilidad</p> 	<p>Susceptibilidad</p> 	<p>Amenaza escenario estático seco</p> 
	<p>Amenaza</p> 	<p>Amenaza</p> 	<p>Amenaza</p> 	<p>Amenaza escenario estático, lluvias con Tr 100 años</p> 
	<p>Riesgo</p> 	<p>Riesgo</p> 	<p>Riesgo</p> 	<p>Amenaza escenario pseudoestático, lluvias Tr=100 años</p>  <p>Riesgo</p> 

Fuente: POMCA Rio Arma, 2017

Adicionalmente, se cuenta con el mapa del índice de vulnerabilidad general para toda la cuenca.

Figura 35. Mapa del índice de vulnerabilidad, cuenca Rio Arma



Fuente: POMCA Río Arma, 2017

En conclusión, en el municipio de Aguadas se presenta una susceptibilidad alta y riesgo alto por movimiento en masa, y riesgo medio por incendios forestales. En Salamina la susceptibilidad por movimientos en masa es media, así como el riesgo por incendios forestales. En Pensilvania estos dos riesgos son bajos.

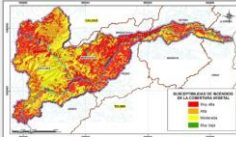
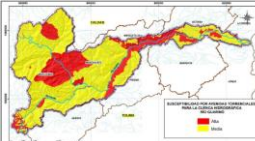

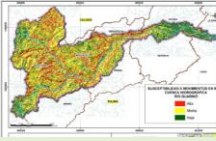
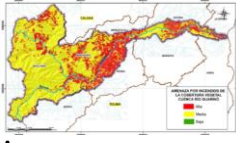



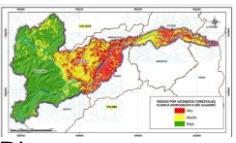


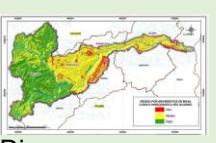
1.2.6. Cuenca del Río Guarinó

En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río Arma, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 12. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Río Guarinó

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Inventario de desastres				SIMMA (SGC). 38 eventos, principalmente en Marquetalia y Marulanda
Insumos	Cobertura vegetal Temperatura Precipitación Pendientes vías	Cartografía	Eventos históricos Imágenes satelitales DEM Trabajo de campo	UGS Cualitativas Cobertura vegetal Geología Geomorfología DEM- características geométricas de la ladera (pendiente, rugosidad, curvatura, insolación, orientación, etc.); variables con relación de proximidad (distancia a drenajes, vías, fallas) Cartografía Inventario procesos Información lluvias, sismos
Metodología Evaluación	Protocolo para La realización de mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2011)	Análisis de las características morfológicas e hidrológicas de cada sub cuenca hidrográfica Índice de Vulnerabilidad a Eventos Torrenciales (IVET) Clasificación de drenajes en relación a movimientos en	Modelo de sombras y pendientes Análisis de la información histórica Localización de inundaciones (LIN) Factores condicionantes (Subunidades Geomorfológicas y Unidades de	Min. Ambiente 2014. Normalización de variables. Obtención de función discriminante. Validación inventario de procesos. Validación susceptibilidad final

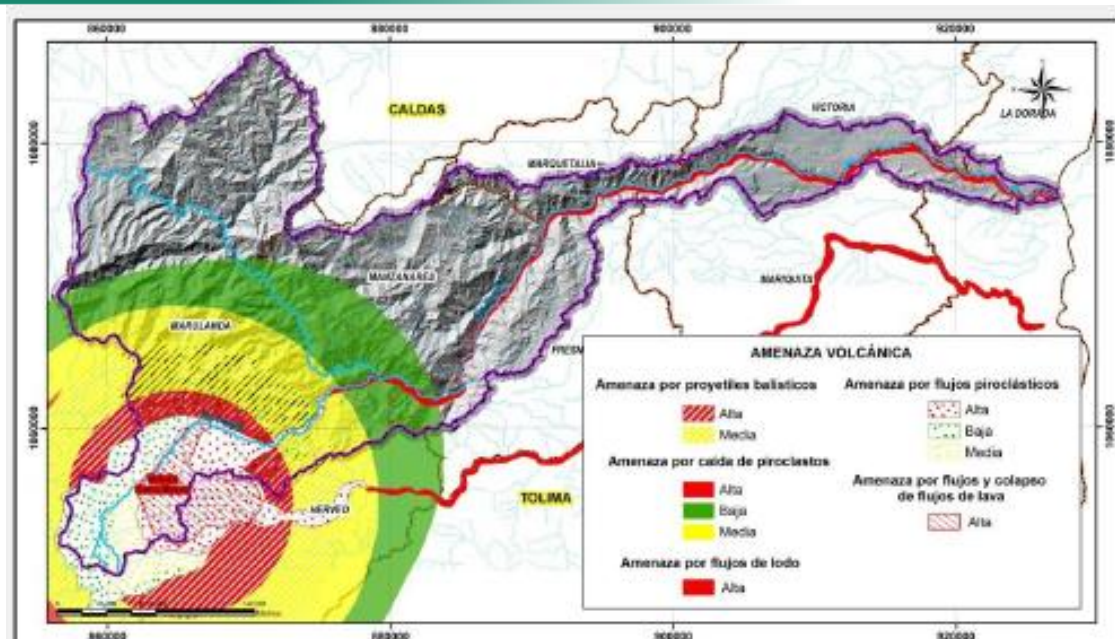
Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
		masa, determinación de puntos de inflexión de perfiles y validación con inventario de eventos.	Terreno Análisis geomorfológico	Detonantes: sismos, lluvias
Análisis de susceptibilidad	Alta: 52.100 Ha., 62%. Media: 30.847 Ha., 37% Baja: 882 Ha. 1%	Alta: 40% aprox. Media: 60% aproxi.	Alta: 2767 Ha. (3% del área total de la sub zona hidrográfica). Media: 1273 Ha. (2% del área total de la sub zona hidrográfica), asociados a vegas y planicies de inundaciones con poca actividad fluvial. Baja: 79.789 Ha. (95%)	Alta: parte media de la cuenca (aprox. 21%). Baja: sectores aledaños a Victoria y Mariquita (cercanía a vías, condiciones geométricas de la ladera y acción antrópica; 22% aprox.). Media: Aprox. el 57% cuenca.
Amenaza	Alta: 27,58% (cuenca baja y media) Media: 71.41% (cuenca media).	Alta: 6.406 Ha., 7% Media: 64.303 Ha., 76% Baja: 13.121 Ha., 15%	Alta: 3226 Ha., 4% (eventos reportados y georeferenciados por Inundaciones) Media: 3509 Ha., 4% Baja: 76.993 Ha., 92%	Factores de seguridad Baja: proporción alrededor del 56% área cuenca. Media: 27% aprox. Alta: 17% (parte noroeste cuenca, pendientes mayores, mayor propensividad de inestabilidad)
Exposición	Valor físico o costo de reposición. Valor humano u ocupación uso. Elementos expuestos: acueductos veredales 9, trasvase 1, tranque agua 1, establecimientos de comercio 2, comunicaciones 1, estación servicio 1, poliductos 4, salud 2; centros educativos 18, iglesias 1; puentes 10, vías, senderos.			
Vulnerabilidad	Fragilidad: Socio-económica, Ecosistémica Falta de resiliencia: planeación, operaciones, recuperación			
Riesgo	Alto: 17.465 Ha., 21% Medio: 25.569 Ha., 31% Bajo: 40.495 Ha., 48%	Alto: 3.509 Ha., 4% Medio: 37.064 Ha., 44% Bajo: 43.256 Ha., 52% Evaluar en detalle en Mariquita y	Alto: 1.976 Ha., 2% Medio: 37.051 Ha., 44% Bajo: 44.802 Ha., 53%	Alto: 5.139 Ha., 6% Medio: 41.954 Ha., 50% Bajo: 36.736 Ha., 44%

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
	Este debe ser priorizado.	Marquetalia.	Revisar: Afectaciones relacionadas con los municipios de Herveo, Honda y Manzanares.	
Mapas	 Susceptibilidad	 Susceptibilidad	 Susceptibilidad	 Susceptibilidad
	 Amenaza	 Amenaza	 Amenaza	 Amenaza
	 Riesgo	 Riesgo	 Riesgo	 Riesgo

Fuente: POMCA Río Guarinó, 2015

Adicionalmente se tiene un mapa de amenaza por actividad volcánica, del volcán Cerro Bravo.

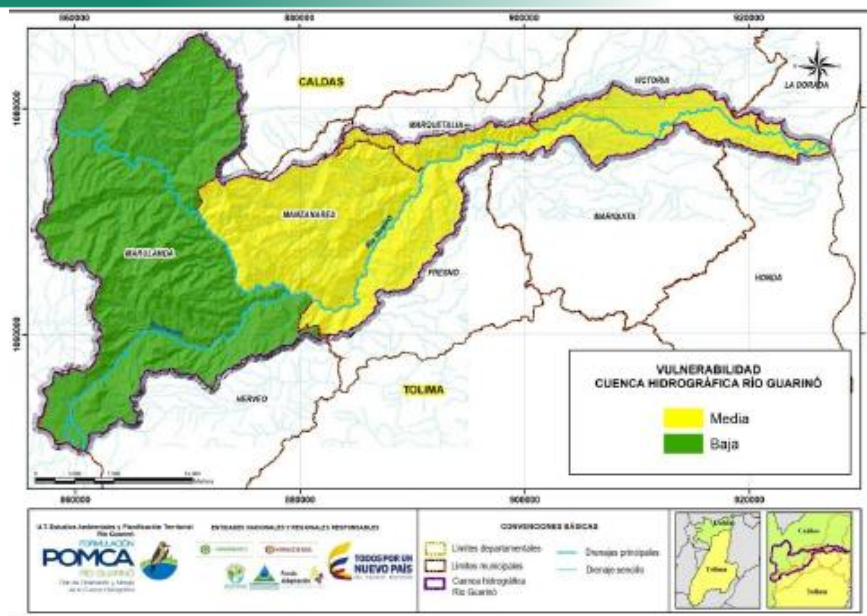
Figura 36. Mapa amenaza volcán Cerro Bravo, cuenca río Arma



Fuente: POMCA Río Guarinó, 2015

También se cuenta con un mapa de vulnerabilidad total para la cuenca, que muestra la parte alta de la cuenca con vulnerabilidad baja y un nivel de vulnerabilidad media en la parte media y baja de la cuenca.

Figura 37. Mapa de vulnerabilidad total, cuenca río Arma



Fuente: POMCA Río Guarinó, 2015

En conclusión, en general en la parte baja de la cuenca es donde se concentra el riesgo por incendios, avenidas torrenciales y por movimientos en masa, correspondiente a los municipios de Manzanares, Marquetalia, Victoria y La Dorada.

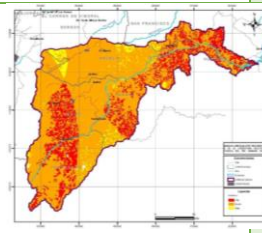

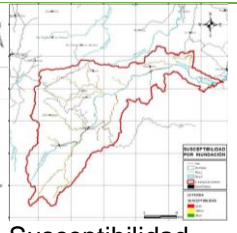
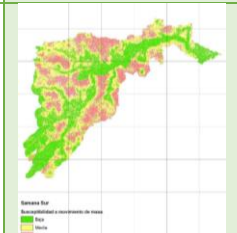
1.2.7. Cuenca del Río Samaná Sur

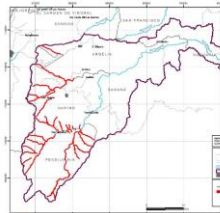
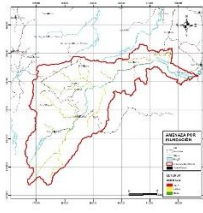


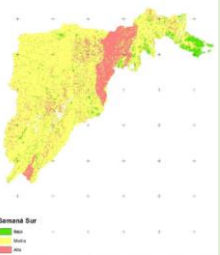


En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río Samaná Sur, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 13. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Río Samaná Sur

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Inventario de desastres (# eventos). Fuente: Estudios, Informes técnicos, SGC – SIMMA, Desinventar, UNGRD, CARs, Encuestas	65	29	27	278
Insumos	Cobertura vegetal Temperatura Precipitación Pendientes vías	Cartografía Conceptos hidrológicos y geológicos Exploración de campo Torrencialidad histórica	Geomorfología Eventos históricos Trabajo de campo Imágenes y fotografías aéreas Modelo de Elevación Digital (DEM)	Catálogo e inventario de eventos Modelo Digital del Terreno (MDT) Geomorfología Geología Cobertura vegetal
Metodología Evaluación	Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000” (IDEAM, 2011) Susceptibilidad de la cobertura vegetal Factores climáticos (precipitación y temperatura) Factor del relieve Factor histórico y accesibilidad	Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas” (MINAMBIENTE, MINHACIENDA, Fondo Adaptación, 2014) Análisis geomorfológico Cálculo del IVET	Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas” (MINAMBIENTE, MINHACIENDA, Fondo Adaptación, 2014). Análisis de eventos históricos Trabajo de campo Análisis geomorfológico	Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas” (MINAMBIENTE, MINHACIENDA, Fondo Adaptación, 2014). Determinación de zonas inestables, factores de propensividad y generación y selección de variables (pendiente, orientación de laderas, insolación, distancia a vías – causes – drenaje) Determinación parámetros geológico –

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
				geotécnico Determinación de detonantes (niveles freáticos, sismos) Cálculo Factor Seguridad Validación y calibración.
Análisis de susceptibilidad	Muy Alta: 29.963,7785, 34,282% Alta: 18.268,17 Ha., 15,671%. Moderada: 56.248,06 Ha., 48,25% Baja: Ha. % Muy Baja: 1904,62 Ha., 1.634%	El Río Samaná es torrencial desde su confluencia con el Río Dulce hasta que se une al Río San Pedro. Susceptibilidad media: el área de los ríos La Paloma y Negrito. Susceptibilidad alta: Quebrada el Rosario Rio Negrito Rio San Antonio Quebrada El Bosque Rio Venus Quebrada Agua Dulce Quebrada Las Mercedes	Pequeñas áreas aledañas a las principales corrientes de agua en la cuenca, que tienen susceptibilidad Alta, Media y Baja, asociada principalmente a partes aisladas donde la geomorfología indica su carácter inundable.	Alta: 24.811,28 Ha., 25,4% (Samaná, Argelia y Nariño) Media: 35.309,04 Ha., 36 % Baja: 38.573,72 Ha., 39%
Amenaza	Muy Alta: 1.727,44 Ha., 1,48% Alta: 27.979,938 Ha., 24.002%. Media: 60.543,278 Ha., 51.93% Baja: 25.642,04 Ha. 21.997% Muy Baja: 550.17 Ha., 0,472%	Clasificación de amenaza en relación a la edad de los depósitos (recientes, maduros, antiguos). Alta: Ha., % Media: Ha., % Baja: Ha. %	Zonas de interés: cabecera municipal Puerto Venus y Puente Linda. Zonas inundables en la parte baja de la cuenca, principalmente puerto Garza y afluentes al Samaná. Alta: Ha., % Media: Ha., % Baja: Ha. %	Alta: 16.234,5 Ha., 13,93 %. Media: 92.127,9 Ha., 79,03% (Sonsón, Argelia, Nariño y Samaná) Baja: 6.914,7 Ha. 5,93%

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Exposición	<p>Zonas Homogéneas Centros Poblados (Densidad poblacional), Rurales (cobertura, relieve) Índice de pérdida o daño (valor de reposición, precio por cobertura)</p> <p>La cuenca presenta altos índices de pérdida por las inundaciones en sectores aislados: Puente Linda y Puerto Venus.</p>			
Vulnerabilidad	<p>Fragilidad física, socio-cultural, Ecosistémica Falta de resiliencia: planeación, operaciones, recuperación La resiliencia es Baja en gran parte de la cuenca, a excepción de la parte norte en el municipio de Argelia, al oeste en una franja que afecta a Puerto Venus, y el tramo final, mientras que es Muy Alta</p>			
			<p>Mayor fragilidad física ante inundación en zonas aisladas del sector Guadualito y parte baja de la cuenca, cerca de la confluencia con el río La Miel. La fragilidad social es media en toda la cuenca. La fragilidad cultural es baja en toda la cuenca. Fragilidad ecosistémica: parte alta y media de la cuenca. La vulnerabilidad ante inundación: Baja: 2.856 Ha., 96% y Media: 132 Ha., 4%.</p>	<p>La fragilidad total ante movimientos en masa es Alta al norte de Argelia. Vulnerabilidad ante movimientos en masa: Baja: 108.663 Ha., 95% y Media: 6.131 Ha., 5% (en extremo norte, al oeste de Nariño y en sectores pequeños aislados).</p>
Riesgo			<p>Alto: 56,66 Ha. Medio: 363,47 Ha. Bajo: 2.568,08 Ha.</p>	<p>Alto: 302,34 Ha. Medio: 21.734,61 Ha. Bajo: 92.757,68 Ha.</p>
Mapas	 <p>Amenaza</p>	 <p>Vulnerabilidad a eventos torrenciales</p>	 <p>Susceptibilidad</p>	 <p>Susceptibilidad</p>

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
		 <p data-bbox="662 541 773 571">Amenaza</p>	 <p data-bbox="919 533 1029 562">Amenaza</p>  <p data-bbox="919 793 1084 823">Vulnerabilidad</p>  <p data-bbox="919 1041 1000 1071">Riesgo</p>	 <p data-bbox="1175 583 1286 613">Amenaza</p>  <p data-bbox="1175 802 1341 831">Vulnerabilidad</p>  <p data-bbox="1175 1079 1256 1108">Riesgo</p>

Fuente: POMCA Rio Samaná Sur, 2016

La cuenca se encuentra en el área de influencia de dos volcanes: San Diego y El Escondido, en jurisdicción del municipio de Samaná (Caldas), los cuales se caracterizan por tener edificios volcánicos de poca altura, contrario a los otros volcanes que componen el denominado complejo Ruiz - Tolima.

El Volcán San Diego se ubica en la parte norte del Complejo Ruiz - Tolima, tiene una altura media de 1.150 msnm, y está conformado por una caldera de unos 3 km de diámetro, dentro de la cual se encuentra la Laguna de San Diego (a 700 msnm), que tiene aguas termales a una temperatura de 30°C. (SGC, 2015). No se tienen estudios de amenaza de este volcán.

El Volcán El Escondido fue descubierto en el año 2013 (SGC, 2015), tiene una altura de 1,700 msnm, y sobre este se tiene poca información; no tiene actividad sísmica o de

fumarolas asociada, pero si tiene fuentes termales. No cuenta con estudios de amenaza volcánica.

En conclusión, la mayor amenaza en la cuenca se da por incendios forestales, que afectan los municipios de Pensilvania, Samaná, Norcasia; se presenta amenaza alta por eventos torrenciales en la parte alta de la cuenca, afectando el municipio de Pensilvania; y amenaza alta por movimientos en masa en Samaná, y riesgo medio en la misma área.

1.2.8. Cuenca del Río La Miel

En el estudio de diagnóstico realizado del POMCA de la cuenca del Río La Miel, se realizó una identificación general de amenazas en el área de la cuenca, que se resumen así:

Tabla 14. Información de los estudios de amenazas en la cuenca del Río La Miel

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
Inventario de desastres (# eventos). Fuente: Desinventar, Otros: Eventos climáticos (77)	25	17	86	138
Insumos	Cobertura vegetal	Reportes históricos (SIMMA, Desinventar, consultas a la comunidad)	Reporte histórico Geomorfología	Inventario de eventos (Desinventar, SIMMA, Fotografías aéreas), trabajo de campo. Variables morfométricas: Pendiente, Orientación de laderas, Oscilación, Área cuenca

Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
				Geológicas: Roca – suelo, Espesor, Origen, Densidad de fracturamiento Vegetación Sondeos (21 perforaciones y 18 apiques)
Metodología Evaluación	Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal. Min. Ambiente, IDEAM, 2011.	Análisis de eventos históricos Análisis Geomorfológico Cálculo Índice IVET	Análisis Geomorfológico	Definición de parámetros geotécnicos y geomecánicos. Evaluación de diferentes escenarios (estáticos y pseudoestáticos, secos y saturados). Regresión logística Random Forest Análisis discriminante
Análisis de susceptibilidad	Muy alta: 54,94 Ha., 0.05% Moderada: 110.818,16 Ha. 94.70%. Muy baja: 4.007,38 Ha., 3.42%. Sin susceptibilidad 2.143,44 Ha. 1,83%	Media: costado oriental de la cuenca, asociado a afluentes del río La Miel, municipio de Sonsón. 1.4% área cuenca.	Alta: asociadas a las subunidades de la unidad de Plano o Llanura de inundación y a los cauces de los ríos La Miel en el sector de San Miguel en el municipio de Sonsón. Media: cauces de las quebradas El Chochal, Río San Antonio, Río Moro, Quebrada Las Pavas entre las veredas Cadenales y Montebello, Río Manso, Quebrada Risaralda, Quebrada Sana y otros drenajes de menor tamaño en los alrededores del corregimiento	Alto: 18%. Medio: 52% Bajo: 30%

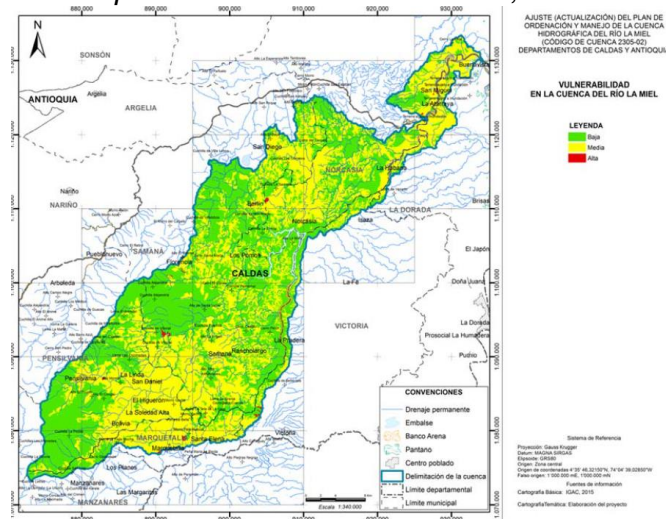
Tipo de amenaza	Incendios forestales	Avenida torrencial	Inundación	Movimientos en masa
			de San Miguel perteneciente al municipio de Sonsón	
Amenaza	Alta: 90.879 Ha, 77, 66% Moderada: 24.258,06 Ha., 20,73% Baja: 5.25 Ha., 0.00%	Media: 0.14%	Alta: 1.43% (subunidades de la unidad de Plano o Llanura de inundación al cauce del río La Miel en su parte baja) Media: 0.67% (parte media del cauce en el sector de La Pradera y en la parte baja de la cuenca en algunos sectores en la zona de San Miguel).	
Exposición	Cálculo de Zonas homogéneas centros poblados y rurales Índice de pérdida o daño (indicadores de económicos y de desarrollo, centros poblados y/o infraestructura, zonas rurales).			
Vulnerabilidad	Fragilidad física, fragilidad socio-cultural, fragilidad ecosistémica Falta de resiliencia			
Riesgo	Alto: 42.628,47 Ha., 36.52% Medio: 52.480,91 Ha., 44.96% Bajo: 19.726,55 Ha., 16.90% Sin riesgo: 1.882,07 Ha., 1.61%	Alto: 26.37 Ha., 0,02% Medio: 1.586.62 Ha., 1,364% Bajo: 109.74 Ha., 0,09% Sin riesgo: 115.290,41 Ha., 98.53%	Alto: 1.052,38 Ha., 0,90% Medio: 1.219,60 Ha., 1,04% Bajo: 193,24 Ha., 0,17% Sin riesgo: 114.547,92 Ha., 97,89%	Alto: 3.113,52 Ha., 2,66% Medio: 38.499,37 Ha, 32,90% Bajo: 35.723,81 Ha., 30.53% Sin riesgo: 39.676,43 Ha., 33.91%
Mapas				



Fuente: POMCA Rio La Miel, 2017

Adicionalmente se cuenta con un mapa del índice de vulnerabilidad, general para la cuenca. El mapa se presenta a continuación:

Figura 38. Mapa del índice de vulnerabilidad, cuenca rio La Miel



Fuente: POMCA Rio La Miel, 2017

El diagnóstico también incluye la amenaza tecnológica, asociada al embalse Amaní, debido a que las poblaciones ribereñas (veredas La Garrucha, La Habana, Atarraya, y los corregimientos de San Miguel y Buenavista) se han visto afectadas históricamente por eventos de inundación, provocados por la combinación de altos caudales turbinados por la central hidroeléctrica, caudales vertidos sobre la presa y las crecidas de los ríos la Miel, Manso y Saman Sur.

Se cuenta con el estudio de “Definición y caracterización de escenarios de inundación para las poblaciones localizadas aguas abajo del embalse Amaní” (Isagen, Gotta, Cruz Roja Colombiana, 2013) en donde se planteó el tránsito de crecientes para periodos de retornos de 200, 1000 y 10000 años asumiendo el embalse lleno y sin descargas por turbinas o descargas de fondo, el cual arrojó como resultado para un una creciente de 10000 años un caudal máximo de entrada a la presa de 9119 m³/s y reflejándose un caudal en la estación San Miguel un caudal de salida de la presa de 2637.7 m³/s.

En conclusión, el mayor riesgo en la cuenca se presenta por incendios forestales, con niveles altos en Marquetalia, Samaná y Norcasia.

1.3. Acciones de gestión del riesgo de desastres desde Corpocaldas

La gestión del riesgo de desastres, de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, es un proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el cocimiento 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.

Los procesos misionales de la ley incluyen:

El 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 desastres.

La reducción del riesgo: es el proceso de la gestión del riesgo, que está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, o

mitigación del riesgo, y a evitar nuevo riesgo en el territorio, o prevención del riesgo. Estas medidas 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.

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, entendiéndose: rehabilitación y recuperación.

De acuerdo a lo anterior, se destacan las siguientes acciones en el Departamento de Caldas que realiza la Corporación, y que se han ido consolidando en el tiempo.

1.3.1. Conocimiento del riesgo

La Corporación se ha convertido en un apoyo técnico para los municipios del Departamento, apoyando la realización de estudios de riesgo, el monitoreo hidrometeorológico, y los procesos de sensibilización y educación entre otros, así:

1.3.1.1. Información de estudios realizados

La Corporación viene haciendo grandes inversiones en estudios de tipo investigativo, consultoría, entre otros, para ampliar el conocimiento de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo. En la tabla siguiente se hace un recuento de dichos estudios en los últimos 12 años.

Tabla 15. Componente: conocimiento del riesgo - estudios realizados durante la vigencia 2007 – 2019

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
-----	---------	-----------------------------	--------

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
2007	Fases I, II y III : Plan indicativo de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo en las cabeceras urbanas de los municipios de Aranzazu, La Merced, Salamina, Samaná, Riosucio, Supía, Risaralda, San José, Chinchiná, Villamaría Y Manzanares.	Fundación Pangea	Definición y delimitación precisa de las zonas de alto riesgo y su categorización Documento de caracterización de las zonas de riesgo identificadas, en los siguientes temas: geología, geomorfología, morfometría, procesos denudativos, hidrología, uso del suelo y obras de infraestructura. Mapas temáticos y bases de datos asociadas de las variables antes enunciadas. Caracterización de la amenaza únicamente en las zonas de riesgo mitigable , sitios críticos al interior de las mismas, con una base de datos asociada que incluye, el tipo, las características generales, el orden de prioridades y los costos aproximados de la intervención a realizar. Caracterización de la vulnerabilidad en zonas de alto riesgo, con inventario de familias y viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo (mitigable y no mitigable); caracterización socio-económica de las familias ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable y características generales de las viviendas allí ubicadas.
2008	Fase IV "Diseño de un instrumento indicativo en áreas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de los municipios de Viterbo, Belalcázar, Anserma, Aguadas, Pacora, Neira, Filadelfia, Palestina, Marulanda, Marquetalia, Pensilvania, Norcasia, La Dorada, Victoria y Marmato del departamento de Caldas".	Contrato No. 159-08 con la Fundación Pangea (convenio marco No. 103-08 con la Gobernación de Caldas - Secretaria de Vivienda y UDEPADE-, con aportes de \$ 65.960.000 de la Gobernación y de \$ 24.015.680 de Corpocaldas	Definición y delimitación precisa de las zonas de alto riesgo y su categorización Documento de caracterización de las zonas de riesgo identificadas, en los siguientes temas: geología, geomorfología, morfometría, procesos denudativos, hidrología, uso del suelo y obras de infraestructura. Mapas temáticos y bases de datos asociadas de las variables antes enunciadas. Caracterización de la amenaza únicamente en las zonas de riesgo mitigable , sitios críticos al interior de las mismas, con una base de datos asociada que incluye, el tipo, las características generales, el orden de prioridades y los costos aproximados de la intervención a realizar. Caracterización de la vulnerabilidad en zonas de alto riesgo, con inventario de familias y viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo (mitigable y no mitigable); caracterización socio-económica de las familias ubicadas en zonas de alto riesgo no mitigable y características generales de las viviendas allí ubicadas.
	Investigaciones aplicadas en gestión del riesgo	Contrato No. 184-08 con la Corporación Futuro Sostenible, por un valor de \$21.367.536	Elaborar los mapas de amenaza, riesgo, vulnerabilidad, susceptibilidad y prioridad de protección en incendios forestales de los municipios de Norcasia, Villamaría, Pensilvania, Samaná, Marquetalia, La Dorada, Victoria, Manzanares, Riosucio, Salamina, Manizales, Neira, Marulanda y actualizar el plan de contingencia departamental en los municipios

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
			donde se desarrollará el proyecto”
		<p>Contrato interadministrativo No. 175-08 con el municipio de Manizales, por un valor de \$49'920.000</p>	<p>“Unión de esfuerzos para desarrollar una estrategia conducente a incorporar el tema del riesgo por eventos naturales en la aplicación e implementación del plan de ordenamiento territorial del municipio de Manizales” con las siguientes actividades: Realizar un análisis técnico y emitir un concepto general y actualizado sobre las características generales y sobre las condiciones técnicas específicas de las laderas en las cuales el POT define la necesidad de realizar estudios técnicos detallados, como condición para ser urbanizadas; base de datos con las solicitudes y los proyectos presentados por los urbanizadores en las zonas con restricción geotécnica, definidas en el POT de Manizales; definir los términos de referencia generales de los estudios a ser realizados por los urbanizadores en zonas con restricción geotécnica, involucrando aspectos relacionados con la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo; establecer y definir los estudios y análisis geotécnicos e hidrológicos específicos que deben realizarse en zonas críticas puntuales identificadas en sitios potenciales a ser urbanizados; evaluar la información técnica, los estudios y los diseños presentados por el urbanizador, realizando las observaciones y recomendaciones respectivas; de manera conjunta con el Municipio, realizar un seguimiento de los proyectos que se inicien durante la vigencia del convenio, verificando que las recomendaciones, actividades y obras propuestas en los estudios se cumplan; revisar las propuestas de estudios y los proyectos conducentes a regular los movimientos de tierra existentes en el Municipio y proponer un nuevo documento técnico, ajustado a las condiciones actuales.</p>
		<p>Apoyo INGEOMINAS: Instrumentación con GPS en la falla de Romeral en el Norte de Caldas: Orientada a estudiar la compleja deformación interplaca tectónica,</p>	<p>Implementar una red de estaciones GPS de campo en el departamento de Caldas que permita la determinación de movimientos relativos asociados a fallas geológicas activas (Falla de Romeral), densificando la red de estaciones de campo GPS mediante la construcción de nuevos monumentos, obedeciendo criterios geodésicos y geológicos. Se propone elaborar un modelo geodinámico de la región que permita interpretar los diversos</p>

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
		resultado de la convergencia de las placas tectónicas de Nazca, Caribe y Suramérica.	procesos deformantes, régimen de deformación y el campo de esfuerzos tectónicos actuantes.
		Contrato de consultoría No. 066-08, por un valor de \$7.000.000	Estudio geológico-geotécnico en la urbanización la Isabela del municipio de Villamaría
	Zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el centro histórico de Marmato y propuesta general de obras correctivas y preventivas en dicha zona y en el sector El llano.	Contrato 206 - 2008 Jaime Guzmán Giraldo \$19.992.692	Estudio para la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el centro histórico de Marmato y propuesta general de obras correctivas y preventivas en dicha zona y en el sector El llano.
2009	Elaboración de los mapas de amenaza, riesgo, vulnerabilidad, susceptibilidad y prioridad de protección frente a Incendios Forestales para los municipios de Aguadas, Pácora, la Merced, Aranzazu, Belalcázar, Viterbo, Risaralda, Supía, Anserma, Palestina, Chinchiná, Filadelfia, San José y Marmato	Contrato N° 066-2009 firmado con la Fundación Biodiversa	Mapas de amenaza, riesgo, vulnerabilidad, susceptibilidad y prioridad de protección para incendios forestales y la actualización del plan de contingencia para los municipios de Aguadas, Pácora, la Merced, Aranzazu, Belalcázar, Viterbo, Risaralda, Supía, Anserma, Palestina, Chinchiná, Filadelfia, San José y Marmato
	Investigaciones hidrológicas, geotécnicas e hidráulicas relacionadas con el tema de los fenómenos de remoción y transporte en masa en la ciudad de Manizales	Contratos de obra, en desarrollo de la Urgencia Manifiesta 2009 declarada por la Corporación, mediante Resolución 024 de enero 029 de 2009: o Cuenca Quebrada El Perro y Vda. Buenavista: contrato 027-2009 o Cerros de la Alambra – Cuenca	Se llevaron a cabo 6 estudios Geológico – Geotécnicos e hidráulicos cuyo objeto principal fue la realización de los diseños geotécnicos puntuales de las obras de tratamiento de taludes y manejo de aguas lluvias y control torrencial, que se vieron afectados en el segundo periodo invernal de 2008

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
		Qda. Cristales: contrato 030-2009 o Cerros de la Alambra – Cuenca Qda. La Castrillona: contrato No. 034-2009 o Microcuenca EL Embrujo (Conj. Sierra Bonita): contrato 023-2009 o Cuenca Quebrada EL Silencio (B. Minitas – Villaluz): contrato 011-2009 o Cuenca Qda. Olivares – Aducción Olivares – Niza: contrato 017-2009	
	Estudios específicos conducentes a definir lineamientos técnicos para la incorporación de la amenaza por deslizamientos, flujos e inundaciones en los procesos de ordenamiento territorial y planificación	En el marco del contrato interadministrativo N° 175- 2008, suscrito con el municipio de Manizales por un valor de \$49'920.000, contrato de Consultoría N° 090512291 con la Sociedad Caldense de Ingenieros y Arquitectos – SCIA – y el municipio de Manizales	Contrato interadministrativo N° 175- 2008: “Unión de esfuerzos para desarrollar una estrategia conducente a incorporar el tema del riesgo por eventos naturales en la aplicación e implementación del plan de ordenamiento territorial del municipio de Manizales”; contrato de Consultoría N° 090512291 con la Sociedad Caldense de Ingenieros y Arquitectos – SCIA – y el municipio de Manizales: o Definir los términos de referencia específicos en cada situación particular, de conformidad con los proyectos presentados por el urbanizador y de acuerdo con las características específicas de cada proyecto. Establecer y definir los estudios y análisis geotécnicos e hidrológicos específicos que deben realizarse en zonas críticas puntuales identificadas en sitios potenciales a ser urbanizados. Evaluar la información técnica, los estudios y los diseños presentados por el urbanizador, realizando las observaciones y recomendaciones respectivas. De manera conjunta con el Municipio, realizar un seguimiento de los proyectos que se inicien durante la vigencia del convenio, verificando que las recomendaciones, actividades y obras propuestas en los estudios se cumplan.
	Estudios básicos de microzonificación sísmica	Contrato No. 259-2009	1. Recopilación y descripción general de metodologías para evaluar la respuesta sísmica y los efectos locales. 2. Definición y determinación de datos de entrada. 3. Análisis y descripción de modelos existentes.

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
			<p>4. Análisis e interpretación de resultados finales (períodos del suelo, espectros de respuesta, entre otros).</p> <p>5. Estudio de casos.</p> <p>6. Aplicación de caso piloto.</p> <p>7. Definición de procedimiento o metodología que permita evaluar de forma indicativa, la respuesta local del suelo, ante solicitudes dinámicas, aplicable a municipios de Caldas.</p> <p>8. Socialización y capacitación de resultados.</p>
	Diseño de un Sistema de Alertas Tempranas por deslizamientos en la cuenca del río La Miel, y definición de un proceso metodológico para evaluar la respuesta local del suelo, ante solicitudes dinámicas en Manizales, como insumo para incorporar el componente de prevención de desastres en las disposiciones sobre ordenamiento territorial.	Fundación Alternativas Geoambientales (AGEA), contrato No. 259-2009. \$44.810.800	Diseño de un Sistema de Alertas Tempranas por deslizamientos en la cuenca del río La Miel, y definición de un proceso metodológico para evaluar la respuesta local del suelo, ante solicitudes dinámicas en Manizales, como insumo para incorporar el componente de prevención de desastres en las disposiciones sobre ordenamiento territorial.
2010	<p>Estudios geológicos y caracterización de procesos erosivos: Cuenca Río Claro - Villamaría Sector Quebrada Olivares (Tramo Aguas Manizales – Salida Neira)</p> <p>Caracterización procesos denudativos en Supía</p> <p>Estudios de suelos: Estudio de suelos Sector Galería - Pácora Estudio de suelos Sector Luna Verde – Pácora Estudio de suelos Barrio Milenio - Manzanares</p> <p>Otros estudios: Caracterización de terreno Lote Nuevo Milenio – Municipio de San José</p>	Funcionarios Subdirección de Infraestructura Ambiental	Monitorear las áreas críticas relacionadas con fenómenos naturales, mediante el seguimiento y análisis de las variables que inciden en la ocurrencia de los mismos

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	Identificación desde el punto de vista geológico, posibles factores incidentes en la presencia de aguas en la ladera superior del Barrio Samaria ubicado hacia el sector norte de la ciudad de Manizales.		
2011	Diseño de una nueva metodología para la incorporación del componente de riesgo en los POT, a partir de la normatividad vigente y de los nuevos decretos dados por el Gobierno Nacional: Determinantes ambientales para la inclusión de la gestión del riesgo en los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial.	Contrato 016 de 2011	Definir los determinantes ambientales para la inclusión de la gestión del riesgo en los diferentes instrumentos de ordenamiento territorial. Actividades: <ul style="list-style-type: none"> • Taller de socialización del proyecto con las subdirecciones de Corpocaldas en el cual se presentará el proyecto y se recibirán aportes para el fortalecimiento del mismo • Verificación y validación de información sobre amenazas y riesgos, usos del suelo, identificación de estrategias de reducción del riesgo en la microcuenca del Perro • Construcción de normas y procedimientos para el manejo, uso, ocupación y gestión del suelo de protección • Avances en la estructuración del SIG a partir de las obras y estudios realizados en la vigencia 2007-2011.
	Estudio geológico-geotécnico, Urbanización La Marina II – Municipio de Anserma	Funcionarios Subdirección de Infraestructura Ambiental	Determinar las características de estabilidad, competencia geotécnica del terreno, las causas detonantes del movimiento y hacer las respectivas recomendaciones para prevenir, controlar y mitigar la inestabilidad, minimizando así el riesgo en la urbanización La Marina II del municipio de Anserma.
	Estudio geológico-geotécnico Barrio El Bosque II etapa – Municipio de Salamina		Elaboración del estudio geológico-geotécnico en la Urbanización Bosque II, determinando el comportamiento de los materiales encontrados, para hacer el diseño de las obras de estabilidad que mejor se ajusten al terreno.

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	Planes indicativos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para zonas identificadas con amenazas críticas por deslizamiento e inundación en zonas rurales del departamento de Caldas, para los corregimientos de Samaria (Filadelfia), Montebonito (Marulanda), San Bartolomé y Castilla (Pácora), Bolivia, Pueblo Nuevo y San Daniel (Pensilvania)	Contrato 243-11	Caracterizar y delimitar las zonas de alto riesgo en las áreas seleccionadas. Caracterizar la amenaza en las zonas de alto riesgo para cada uno de zonas seleccionadas. Categorizar las zonas de alto riesgo en riesgo mitigable y no mitigable para cada una de las zonas seleccionadas. Cualificar y cuantificar la vulnerabilidad física y socioeconómica en las zonas de riesgo mitigable y no mitigable para las áreas seleccionadas. Proponer y diseñar de modo esquemático y general las obras de recuperación y protección de las áreas categorizadas como de riesgo mitigable. Establecer los posibles usos del suelo para las zonas identificadas como de riesgo no mitigable.
	Estudios y diseños en la ladera Drive in Cerritos. Municipio de Manizales	CONTRATO 111-2011 Recursos de Colombia Humanitaria (JULIO CÉSAR SALGADO GALEANO)	Estudios y diseños en la ladera Drive in Cerritos. Municipio de Manizales
	Estudios y diseños para control de flujos e inundaciones en la Qda. Manizales. Municipio de Manizales	CONTRATO 103-2011 Recursos de Colombia Humanitaria (JUAN MANUEL SALAZAR TORO)	Estudios y diseños para control de flujos e inundaciones en la Qda. Manizales. Municipio de Manizales
	Demarcar las fajas forestales protectoras de la quebradas Manizales y establecer las determinantes para su intervención y manejo	ARTURO GOMEZ C 210-11	Demarcar las fajas forestales protectoras de la quebradas Manizales y establecer las determinantes para su intervención y manejo
	Demarcar las fajas forestales protectoras de las corrientes urbanas y rurales priorizadas en el departamento de Caldas y establecer las determinantes para su intervención y manejo	OMEGA & ASOCIADOS LTDA C 223-2011	Demarcar las fajas forestales protectoras de las corrientes urbanas y rurales priorizadas en el departamento de Caldas y establecer las determinantes para su intervención y manejo
	POMCA RIO CHINCHINA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (SECCIONAL MANIZALES) ASOCARS: \$811.600.000, en efectivo.	Aunar esfuerzos económicos, técnicos y financieros para la gestión integral del recurso hídrico de la cuenca hidrográfica del río Chinchiná en el departamento de Caldas

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
		Aporte UNAL: \$250.264.814, en especie CORPOCALDAS: \$439.326.000	
	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control torrencial en el corregimiento Panorama. Municipio de Manizales	CONTRATO 108-2011 \$ 1.769.993.441 (ORLANDO PARRA RAMÍREZ C)	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control torrencial en el corregimiento Panorama. Municipio de Manizales
	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en la comuna La Fuente (10). Manizales.	CONTRATO 097-2011 \$ 1.689.999.254 (JOSE ISLÉN RAMÍREZ TORO)	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en la comuna La Fuente (10). Manizales.
	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control torrencial en el corregimiento Agroturístico El Tablazo. Municipio de Manizales	CONTRATO 095-2011 \$ 1.539.999.317 (JUVENAL PARRA VEGA)	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control torrencial en el corregimiento Agroturístico El Tablazo. Municipio de Manizales
	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en la comuna Ciudadela del Norte (5) - Av. Kevin Ángel. Manizales.	CONTRATO 098-2011 \$ 1.174.996.869 (DIEGO TAMAYO SERNA)	Estudios y diseños, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en la comuna Ciudadela del Norte (5) - Av. Kevin Ángel. Manizales.
2012	ESTUDIOS Y DISEÑOS, Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y CONTROL TORRENCIAL EN LA QUEBRADA CASTRILLONA. MUNICIPIO DE MANIZALES	CONTRATO 104-2011 \$1.999.999.611 (JORGE IVAN OSORIO GRISALES)	ESTUDIOS Y DISEÑOS, Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES, MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y CONTROL TORRENCIAL EN LA QUEBRADA CASTRILLONA. MUNICIPIO DE MANIZALES
	CONVENIO MARCO CON LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES: aunar esfuerzos para mejorar	Contrato 179 de 2012	Contempla cinco componentes a desarrollar: 1). Investigación geotécnica con fines de estimación de amenazas; 2) Implementación del CAPRA para evaluar la amenaza por deslizamientos; 3) Armonización de la microzonificación sísmica con las Normas NSR-10 e implicaciones

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	la Gestión Integral del Riesgo mediante el conocimiento y el desarrollo de sistemas de información en el Municipio de Manizales.		económicas y de seguros; 4) Estudios de vulnerabilidad y riesgo de líneas vitales de agua y saneamiento, a partir de la información suministrada por Aguas de Manizales; 5) Sistema de información geográfica para la gestión del riesgo.
		Contrato 213 del 2012	Contempla otros cinco componentes a saber: 1). Sistema de instrumentación geotécnica e hidrológica para el tema de los deslizamientos en Manizales; 2) Sistema de instrumentación hidrológico e hidrometeorológico en cuencas urbanas; 3) Sistema de instrumentación de efectos dinámicos en Manizales; 4) Sistemas de alerta temprana para las cuencas de las quebradas Manizales, El Guamo y Olivares; 5) Sistemas de alerta temprana para el manejo de deslizamientos en Manizales.
		Contrato 240 de 2012	Con los siguientes componentes: 1) Insumos técnicos para el ajuste del POT de Manizales con base en las evaluaciones ad hoc de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos, inundaciones y eventos sísmicos; 2) Implementar una norma geotécnica local y el componente técnico para el estatuto de movimientos de tierra para el municipio; 3) Propuesta e implementación del proyecto de renovación urbana del Bajo Cervantes considerando los determinantes ambientales y de riesgo de desastres; 4) Estrategia de comunicación y coordinación interinstitucional para el monitoreo de amenazas; 5) Registro de notificaciones y generación de boletines de los sistemas de alerta.
	“IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LAS CABECERAS MUNICIPALES Y ÁREAS DE DESARROLLO RURAL RESTRINGIDO EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS”,	CONTRATO 292 de 2012 GEOSUB S.A.S.	Insumo técnico requerido en términos de identificación de amenazas y riesgos frente a eventos naturales en todos los municipios del Departamento de Caldas, a través del cual CORPOCALDAS apoyó a dichos entes territoriales (las administraciones municipales del departamento)
	Demarcación de las fajas forestales protectoras de las corrientes rurales del municipio de Manizales localizadas en el plano de la red hidrológica del	CONTRATO 286 - 2012	Demarcar las fajas forestales protectoras de las corrientes rurales del municipio de Manizales localizadas en el plano de la red hidrológica del POT del municipio de Manizales y establecer las determinantes para su intervención y manejo.

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	POT del municipio de Manizales y establecer las determinantes para su intervención y manejo.		
	Estudios y diseños geotécnicos, hidráulicos y de estabilidad de taludes en el barrio Cervantes, municipio de Manizales.	CONTRATO 037-2012	Ejecutar los estudios y diseños geotécnicos, hidráulicos y de estabilidad de taludes en el barrio Cervantes, municipio de Manizales.
	Estudio geofísico con radar de penetración profunda para la ubicación de tuberías profundas, naf y anomalías internas en el terreno, así como las recomendaciones generales para su tratamiento y recuperación en el sector Normandy de la ciudad de Manizales.	CONTRATO 169-2013	Elaborar el estudio geofísico con radar de penetración profunda para la ubicación de tuberías profundas, naf y anomalías internas en el terreno, así como las recomendaciones generales para su tratamiento y recuperación en el sector Normandy de la ciudad de Manizales.
	Estudio geológico-geotécnico e hidráulico, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes en el barrio Alto Caribe - municipio de Manizales.	CONTRATO 187-2013	Elaborar el estudio geológico-geotécnico e hidráulico, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes en el barrio Alto Caribe - municipio de Manizales.
2014	Estudio geológico-geotécnico e hidráulico, la zonificación geotécnica, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauces en el barrio Villa Julia, municipio de Manizales	CONTRATO 156-2014: JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE EU, \$119.059.616	Elaborar el estudio geológico-geotécnico e hidráulico, la zonificación geotécnica, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauces en el barrio Villa Julia, municipio de Manizales
	Estudio geológico-geotécnico e hidráulico, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauce en el Ecoparque Los Alcázares - municipio de Manizales	CONTRATO 157-2014: JAM INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE EU, \$104.497.208	Elaborar el estudio geológico-geotécnico e hidráulico, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauce en el Ecoparque Los Alcázares - municipio de Manizales

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	Estudio geológico, geotécnico e hidráulico, la microzonificación geotécnica y de amenaza por inundación, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauces en el barrio Chachafruto, Municipio de Manizales	CONTRATO 215-2014: QUASAR Ingenieros y Consultores y CIA LTDA, \$100.452.845	Elaborar el estudio geológico, geotécnico e hidráulico, la microzonificación geotécnica y de amenaza por inundación, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, manejo de aguas lluvias y control de cauces en el barrio Chachafruto, Municipio de Manizales
	Estudio geológico-geotécnico, zonificación de riesgos, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, en la carrera 4ª con calles 7ª y 8ª del sector La Bomba - Municipio de Palestina.	CONTRATO 216-2014: QUASAR Ingenieros y Consultores y CIA LTDA, \$68.222.477	Elaborar el estudio geológico-geotécnico, zonificación de riesgos, y los diseños de las obras de estabilidad de taludes, en la carrera 4ª con calles 7ª y 8ª del sector La Bomba - Municipio de Palestina.
	Actualización del Plan de Prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales del Departamento de Caldas.	CONTRATO 231-2014: VISION NORTE, \$52.730.000	Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros ente Corpocaldas y la ONG VISIÓN NORTE, para la actualización del Plan de Prevención, Mitigación y Contingencias de Incendios Forestales del Departamento de Caldas.
2015	Estudio geológico-geotécnico e hidráulico, zonificación de riesgos y los diseños de las obras para estabilidad del sector Los Tilos - Municipio de Anserma.	CONTRATO 232-2015 QUASAR Ingenieros y Consultores y CIA LTDA	Obtener mayor conocimiento del tipo de deslizamiento, dimensiones, características principales, de los factores que lo aceleran, el tipo de materiales involucrados en el deslizamiento, mecanismo de falla, factores principales, contribuyentes y detonantes, con el fin de obtener conocimiento, valorar e implementar medidas para reducir las afectaciones a las viviendas e infraestructura del sector Los Tilos de Anserma, y minimizar el posible riesgo a la vida e infraestructura
	Estudios diagnósticos hidrológicos e hidráulicos con fines de adelantar medidas de protección ambiental en dos ambientes hidrográficos del Departamento de Caldas: la corriente de la Quebrada Las Burras, afluente de la Charca de Guarinocito en el Municipio de La Dorada, en la cual se establezca	CONTRATO 197-2015: SIE INGENIERÍA SAS, \$121.155.200	Profundizar en el conocimiento sobre los factores que están generando la problemática de sedimentación de la microcuenca de la Quebrada Burras, afluente de la Charca de Guarinocito, Municipio de La Dorada. Adicionalmente, se obtuvieron insumos técnicos para la actualización y complementación del conocimiento en temas de ordenamiento territorial y del recurso hídrico de la zona, a partir del diagnóstico hidrológico e hidráulico de la Quebrada burras. Lo anterior, permite generar lineamientos para medidas de intervención y/o estudios específicos además de propuestas

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	el estado actual de la cuenca a fin de determinar las afectaciones reales de la misma sobre los niveles de sedimentación de la charca y establecer propuestas metodológicas de intervención; y en las corrientes urbanas del Municipio de Manizales, para realizar el ajuste y actualización de las fajas forestales protectoras a escala de detalle, según la Resolución 561 de 2012, utilizando la imagen tipo LIDAR suministrada por la Corporación, donde se encuentran las corrientes para la cabecera urbana del Municipio de Manizales.		preliminares que mitiguen el transporte y posterior sedimentación de material de la quebrada la burras en la charca de Guarinocito.
2016	Microzonificación del riesgo por deslizamiento en la ladera Villa Jardín Bajo y, definir y diseñar las acciones estructurales a implementar a fin de levantar la restricción urbanística de este sector del Municipio de Manizales.	CONTRATO 159-2016: QUASAR INGENIEROS CONSULTORES Y CIA LTDA, \$192.168.152	Adelantar la microzonificación del riesgo por deslizamiento en la ladera Villa Jardín Bajo y, definir y diseñar las acciones estructurales a implementar a fin de levantar la restricción urbanística de este sector del Municipio de Manizales.
	Elaborar el estudio Geológico-Geotecnico y los diseños de las obras para estabilidad del sector Portal de Alcázares, Municipio de Manizales.	CONTRATO 246-2016: QUASAR INGENIEROS CONSULTORES Y CIA LTDA, \$98.647.560	Elaborar el estudio Geológico-Geotecnico y los diseños de las obras para estabilidad del sector Portal de Alcázares, Municipio de Manizales.
2017	Estudios y diseños para la estabilización de la ladera y mitigar el riesgo de deslizamiento ubicado entre las veredas el guineo y quiebra del Zarzal Km4, municipio de Neira- Departamento de Caldas	Convenio Interadministrativo de Asociación No. 11072017-0454 con el Municipio de Neira y la Gobernación de Caldas, \$119.800.797	“Aunar esfuerzos para elaborar los estudios y diseños para la estabilización de la ladera y mitigar el riesgo de deslizamiento ubicado entre las veredas el guineo y quiebra del Zarzal Km4, municipio de Neira- Departamento de Caldas”.

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	Diseños a nivel de detalle con especificaciones técnicas y presupuesto detallado, de las obras arquitectónicas, urbanísticas, paisajísticas, ambientales y técnicas del Malecón de la Dorada y de las obras hidráulicas y civiles de protección y/o mitigación de riesgos por inundación y erosión de orillas, entre los sectores del parque del barrio El Conejo y la Estación del ferrocarril La María".	Convenio Interadministrativo de Asociación No. 21092017-0693 Gobernación de Caldas	"Aunar esfuerzos técnicos, administrativo y financieros, con el objeto de efectuar los diseños a nivel de detalle con especificaciones técnicas y presupuesto detallado, de las obras arquitectónicas, urbanísticas, paisajísticas, ambientales y técnicas del Malecón de la Dorada y de las obras hidráulicas y civiles de protección y/o mitigación de riesgos por inundación y erosión de orillas, entre los sectores del parque del barrio El Conejo y la Estación del ferrocarril La María".
	Estudios y diseños para la mitigación integral de riesgos de erosión de orillas, y recuperación urbana de la ribera occidental del río magdalena en el municipio de La Dorada – caldas” - informe diseño de la obra de mitigación de la socavación lateral de la orilla - informe hidrológico río magdalena la dorada, caldas	Contrato Interadministrativo No. 236-2017 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Realizar los "estudios y diseños para la mitigación integral de riesgos de erosión de orillas, y recuperación urbana de la ribera occidental del Río Magdalena en el municipio de la Dorada – Caldas". Este proyecto tiene dos (2) componentes principales: i) el componente hidráulico comprende el diseño de obras de mitigación de la socavación lateral sobre un tramo específico del perímetro ribereño urbano del municipio y ii) el componente de recuperación urbana de la zona a través de la realización de un proyecto arquitectónico que incluye entre otro la remodelación de la antigua estación del ferrocarril La María, un sendero peatonal a lo largo de la orilla integrando la obra de mitigación como abrigo a un malecón, y la ubicación de tres (3) embarcaderos-muelles en la zona de las bodegas.
	Estudios de zonificación del riesgo y diseños obras, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en el cerro Sancancio - sector Barrio Aranjuez. Municipio de Manizales	CONTRATO 200-2017 : LUIS ALBERTO MEZA GALEANO 6.237.788.787. VALOR OBRA: 5.852.088.787 VALOR ESTUDIOS: 385.700.000	Estudios de zonificación del riesgo y diseños obras, y construcción de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias en el cerro Sancancio - sector Barrio Aranjuez. Municipio de Manizales
	Estudios geológico, geotécnico e hidráulico y de microzonificación del riesgo por deslizamiento, y diseños de las obras de estabilidad para la	CONTRATO 204-2017: LUIS ARTURO GOMEZ TOBON, \$357.000.000	Estudios geológico, geotécnico e hidráulico y de microzonificación del riesgo por deslizamiento, y diseños de las obras de estabilidad para la reducción del riesgo en la Vda. Buenavista. Municipio de Manizales.

Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	reducción del riesgo en la Vda. Buenavista. Municipio de Manizales.		
	Estudios geológico, geotécnico e hidráulico y de microzonificación del riesgo por deslizamiento y diseños de las obras de estabilidad para la reducción del riesgo en la ladera derecha de la quebrada Las Camelias y el barrio Persia. Municipio de Manizales.	CONTRATO 206-2017 : QUASAR INGENIEROS CONSULTORES S.A.S, \$771.242.522	Estudios geológico, geotécnico e hidráulico y de microzonificación del riesgo por deslizamiento y diseños de las obras de estabilidad para la reducción del riesgo en la ladera derecha de la quebrada Las Camelias y el barrio Persia. Municipio de Manizales.
2018	“Estudio geológico, geotécnico, hidráulico, forestal y de microzonificación del riesgo por deslizamiento, y diseño de las obras de estabilidad de taludes para la reducción del riesgo en la Cárcava del Tablazo, Municipio de Manizales”.	CONTRATO DE CONSULTORÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamiento topográfico tanto planimétrica como altimétricamente de 18,5 ha de la cárcava El Tablazo. • Avance de la prospección geotécnica (perforaciones manuales y mecánicas) programada, que incluye el envío de las muestras al laboratorio de suelos y la realización de los respectivos ensayos de tipo geotécnico. • Realización de los perfiles geofísicos programados en el área del estudio. • Avance en la modelación hidrológica para la determinación de los caudales de diseño de las estructuras hidráulicas. • Avance en las modelaciones geotécnicas sobre los perfiles determinados como los más críticos, para determinar la estabilidad en condiciones normales y críticas de lluvia y sismo.
	Convenio Interadministrativo 134-2018 Municipio de Manizales: aunar esfuerzos para mejorar el conocimiento, la comunicación, la participación ciudadana y la educación en gestión del riesgo, para la incorporación efectiva en el ordenamiento territorial del municipio de Manizales, y su articulación con los procesos misionales de gestión del riesgo en el municipio.	CONTRATO 212-2018	Realizar estudios detallados de zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo en los barrios Bajo Andes, Sub-Andes, Sectores Bella Vista y Bajo Villa Pilar, y definir y diseñar las obras de mitigación en las zonas en donde éste sea mitigable. Municipio de Manizales
2019	Proceso de investigación y transferencia de	CONVENIO 259-2018	Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros entre la Universidad de Caldas y

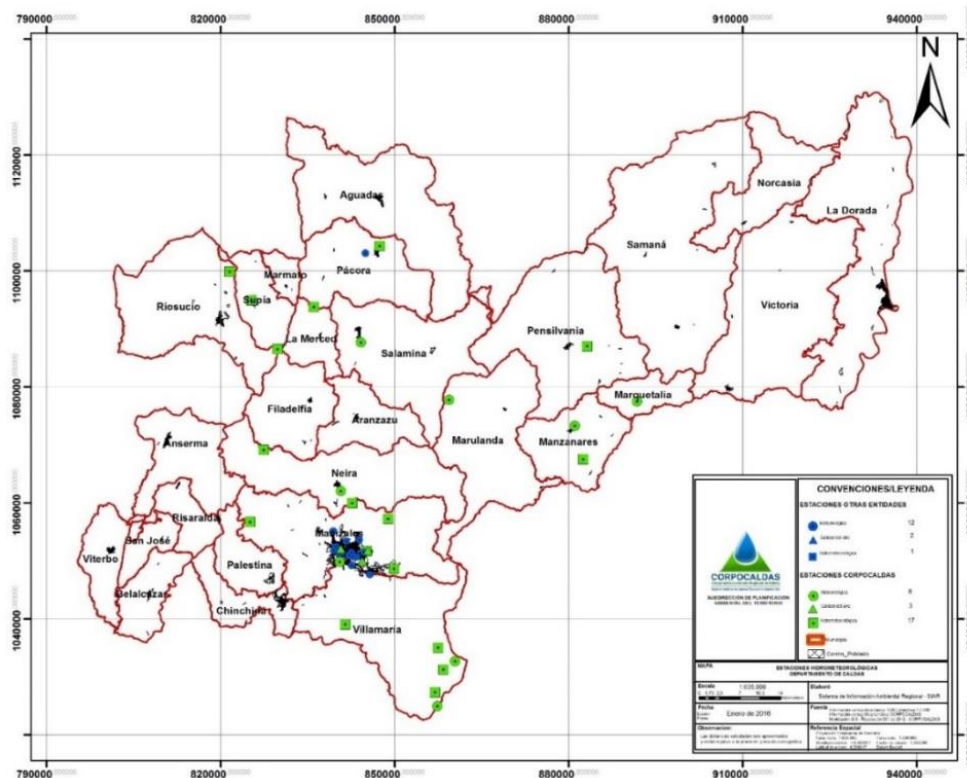
Año	Estudio	Autor / convenio - contrato	Objeto
	tecnología, a través de técnicas de bioingeniería y mediante el diseño de un proyecto piloto en el municipio de Manizales	UNIVERSIDAD DE CALDAS	Corpocaldas, para realizar un proceso de investigación y transferencia de tecnología, a través de técnicas de bioingeniería y mediante el diseño de un proyecto piloto en el municipio de Manizales

1.3.1.2. Monitoreo de fenómenos

Monitoreo hidrometeorológico

Otra actividad importante que realiza la Corporación es el monitoreo hidrometeorológico que ha servido, en Manizales particularmente, para la definición de alertas tempranas. Es así como la Corporación cuenta con una red de 30 estaciones en Caldas, 17 hidrometeorológicas, 8 meteorológicas, 3 repetidoras y 2 centrales, distribuidas principalmente en el centro de Caldas.

Figura 39. Mapa de localización de estaciones hidrometeorológicas en Caldas



Fuente: Corpocaldas, SIAR, 2019

A estos datos se puede tener acceso a través de las páginas Web del Instituto de Estudios Ambientales⁴.

En el municipio de Manizales se ha venido realizando un monitoreo hidrometeorológico, desde el año 2003, con una estación que se instaló como una iniciativa del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

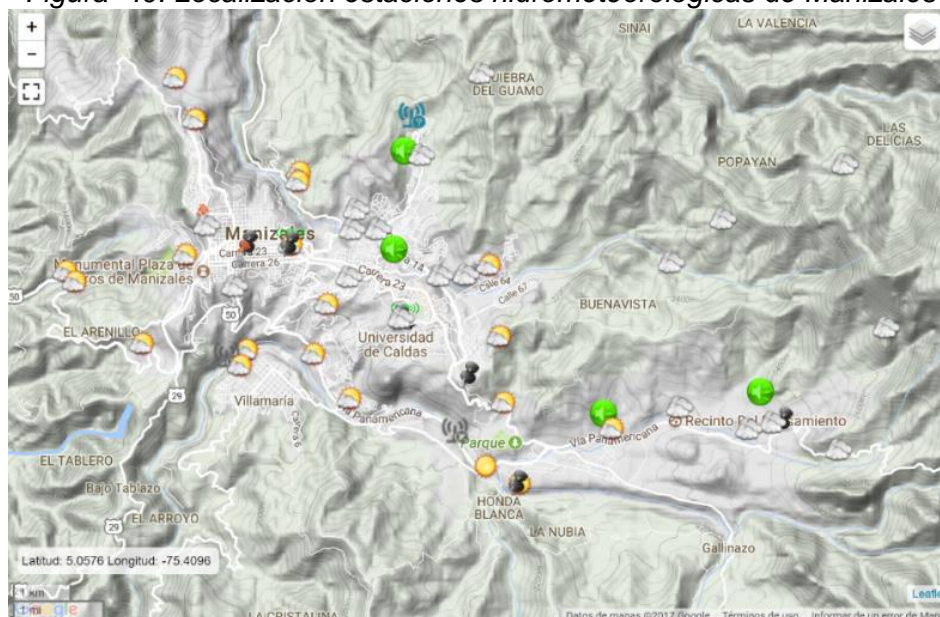
Este proyecto se amplió a una red de estaciones, gracias al respaldo de la Alcaldía de Manizales, que durante cerca de 10 años llegaron a tener 13 estaciones, al que luego se sumaron otras entidades, como la Corporación Autónoma Regional de Caldas, a través de los proyectos de gestión del riesgo que realiza en Manizales.

Actualmente en el municipio se encuentran 48 estaciones, así:

⁴ http://gestiondelriesgomanzales.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=224;
<http://idea.manizales.unal.edu.co/index.php/estado-tiempo-manizales>

- 19 estaciones meteorológicas - M (miden solo variables atmosféricas), 13 ubicadas en el área urbana del municipio y 6 en las partes altas de las cuencas de las quebradas Manizales, El Guamo y Olivares.
- 20 estaciones hidrometeorológicas, que miden variables hidrométricas y variables atmosféricas, ubicadas dentro de la ciudad y a orillas de corrientes que drenan cuencas hídricas en el municipio de Manizales.
- 2 estaciones centrales, ubicadas en el IDEA.
- 6 estaciones de alarma sonora – AS, ubicadas a las orillas de las quebradas Manizales, Olivares y El Guamo, en sitios estratégicos para dar aviso a las comunidades en riesgo.
- 1 estación de alerta – A, ubicada en la sede del Cuerpo Oficial de Bomberos de la Alcaldía de Manizales – UGR, atento 24 horas 7 días a la semana, para activar las estaciones de alarma sonora.

Figura 40. Localización estaciones hidrometeorológicas de Manizales



Fuente: Página Web

Las variables monitoreadas en las estaciones son: Temperatura, Precipitación, Radiación Solar, Humedad Relativa, Velocidad y Dirección del Viento, Presión Barométrica, Evapotranspiración, información que es actualizada en un período de tiempo (que puede ser variable) de 5 minutos; estos datos se transmiten vía radio a un centro de acopio localizado en las instalaciones del Instituto de Estudios Ambientales - IDEA de la Universidad Nacional, que por medio de una estación central y un software especializado, permite registrar y procesar los datos en tiempo real (indispensable para prevención de desastres), para posteriormente ser evaluados, ya sea mediante algún software o por personal especializado capaz de interpretar, procesar, analizar y dar uso a los datos meteorológicos.

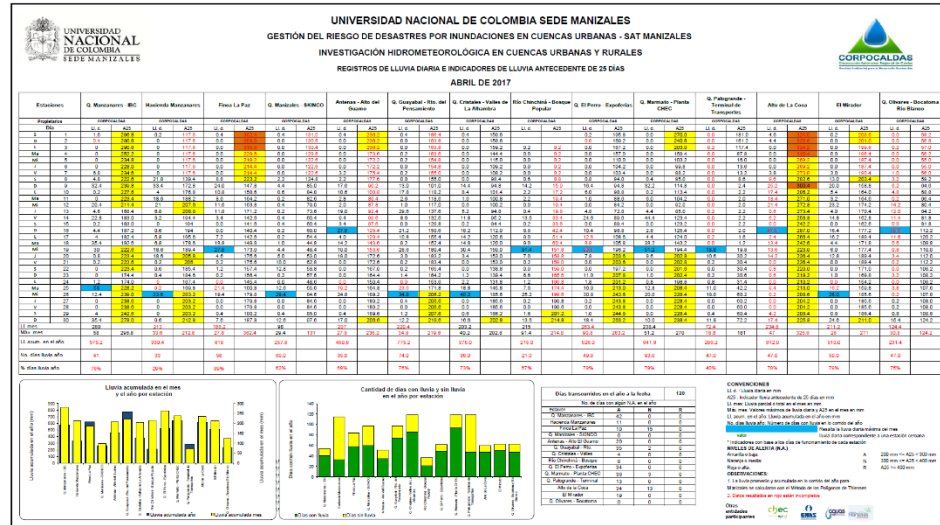
Al monitoreo ha estado aunado el análisis de los datos y la información, por lo que desde se inició se utilizó la correlación lluvia – deslizamientos de laderas y taludes urbanos, definiendo un indicador A 25 (Indicador de lluvia antecedente de 25 días): Es la lluvia acumulada que se registró en los últimos 25 días; medida en mm. Este indicador se obtuvo con referencia en el estudio de Terlien, M.T.J., en 1996, *Modelling spatial and temporal variations in rainfall – triggered landslides*.

La información de lluvia acumulada en el día y en los últimos 25 días, para cada estación, se compara con un estándar definido para peligro de deslizamiento, de 200 mm a 300 mm lluvia, para un nivel potencial de alerta amarilla, 300 a 400 milímetros de lluvia para un nivel potencial de alerta naranja y de más de 400 milímetros de lluvia, para nivel potencial de alerta roja.

Esta información es suministrada diariamente a la Unidad de Gestión del Riesgo (UGR) del municipio, así como a funcionarios de otras dependencias y entidades, como CORPOCALDAS, ya que es la base para la toma de decisiones y definición de alertas en Manizales, a través del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.

Los análisis diarios se generan en los Boletines Meteorológicos, que también son mensuales y anuales para cada estación.

Figura 41. Boletín de lluvia diaria e indicadores de lluvia antecedente



Fuente: Boletín Diario, IDEA.

En cuanto a las inundaciones y avenidas torrenciales, actualmente, se están realizando estudios para definir umbrales preliminares para las cuencas Manizales, El Guamo y Olivares, para poner a funcionar un protocolo de alerta temprana en las zonas de influencia.

Monitoreo sísmico y el Sistema de Información Sísmica de Manizales – Laboratorio de Instrumentación Sísmica Automática (SISMAN-LISA)

En la ciudad se viene realizando el monitoreo sísmico, como resultado de un convenio entre CORPOCALDAS y la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, a través de una red de 10 estaciones: 7 acelerógrafos SMA-RefTEK, 3 acelerógrafos Kinematics ETNA; una estación con sensor profundo (Roca) y de superficie (INFI – Manizales); las cuales fueron ubicadas según los resultados obtenidos de la microzonificación sísmica de Manizales. Estos acelerógrafos tienen memoria interna, control por comandos y comunicación serial (RS232).

Figura 42. Ubicación de la red de acelerógrafos en Manizales



Fuente: SISMAN - LISA

La red de acelerógrafos tiene instalado un computador central con un modem de radio frecuencia, la cual tiene como objetivo mantener una comunicación punto a punto con la estación definida como disparo (INFI-Manizales-equipos Borehole) mientras cada tiempo determinado está conmutando con las demás estaciones disponibles en la red.

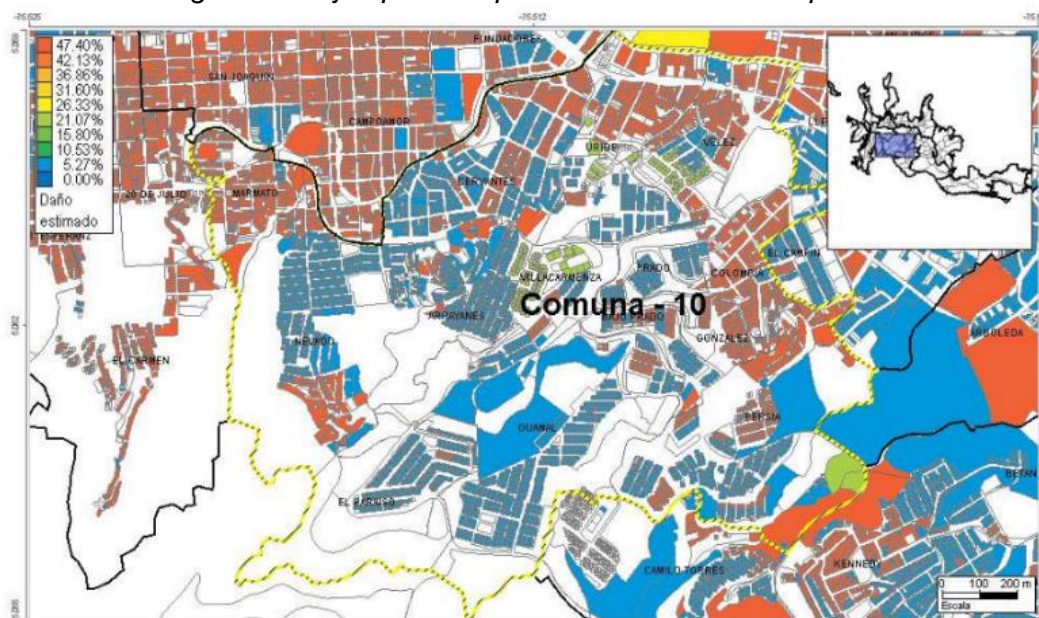
En esta estación central se tiene el Sistema de Información Sísmica de Manizales – Laboratorio de Instrumentación Sísmica Automática (SISMAN-LISA) el cual es un sistema integral e independiente que administra la red de acelerógrafos de Manizales, y realiza procesamientos para la estimación automática de daños tras la ocurrencia de un terremoto.

Este sistema, realiza las tareas de:

- Monitoreo de movimiento fuerte mediante red de acelerógrafos instalados en sitios estratégicos de la ciudad, los cuales disparan procedimientos de registro en cuanto un umbral de aceleración sísmica es superado. Los registros almacenados permanecen momentáneamente dentro de la memoria del equipo.
- Transmisión periódica de toda la información almacenada en los equipos de la red a la base de datos central del SISMAN-LISA, en la cual son pre procesados y almacenados para después ser publicados.

- Publicación de toda la información registrada por la red en un portal particular destinado a la divulgación de esta información con fines de conocimiento científico y de ingeniería. Actualmente esta actividad se encuentra en construcción.
- El sistema cuenta con una estación central de registro, conectada por medio de cable físico serial al sistema de cómputo central, y en la cual se registrarán los eventos base del procesamiento de daños post-terremoto. Una vez registrado un evento, el sistema dispara procesos de estimación de la sacudida en toda la ciudad en términos de medidas de movimiento fuerte con sentido físico y de ingeniería, y así mismo la estimación de los daños predio por predio en toda la ciudad.
- La estimación de daños es calculada en unos pocos minutos y enviada por correo electrónico y mensaje celular a usuarios clave y personas encargadas de la respuesta a la emergencia. Actualmente esta actividad se está ajustando y poniendo a prueba.

Figura 43. Ejemplo de reportes de daños en tiempo real

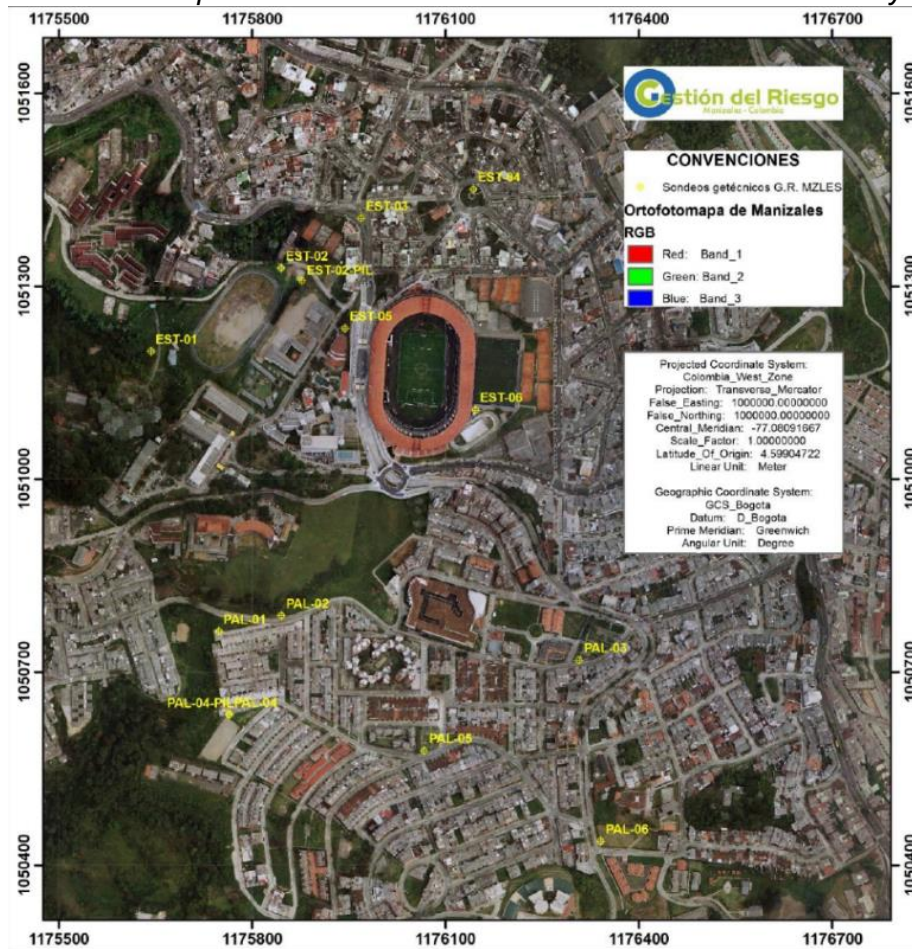


Fuente: SISMAN - LISA

Monitoreo del Nivel Freático

Otra iniciativa que se tuvo en los últimos años, en el marco del convenio interinstitucional entre CORPOCALDAS y la Universidad Nacional, para realizar estudios de conocimiento del riesgo de desastres, fue el monitoreo del nivel freático en dos rellenos hidráulicos en la ciudad de Manizales, para lo cual se instrumentaron con 12 piezómetros con transductores de presión o data loggers más conocidos como Divers (marca VanEssen Instrumens), atendiendo los lineamientos de la ASTM Designation: D7764-12. En este caso particular, este tipo de registro permite hacer un seguimiento al comportamiento del relleno hidráulico, que puede influir en situaciones de subsidencia, pero además es un primer paso para avanzar en el monitoreo geotécnico, el cual está enfocado en llegar a sistemas de información que permitan mediante relaciones de nivel freático – deslizamiento complementar las alertas tempranas por deslizamiento.

Figura 44. Ubicación piezómetros en los rellenos hidráulicos de la Estrella y Palermo



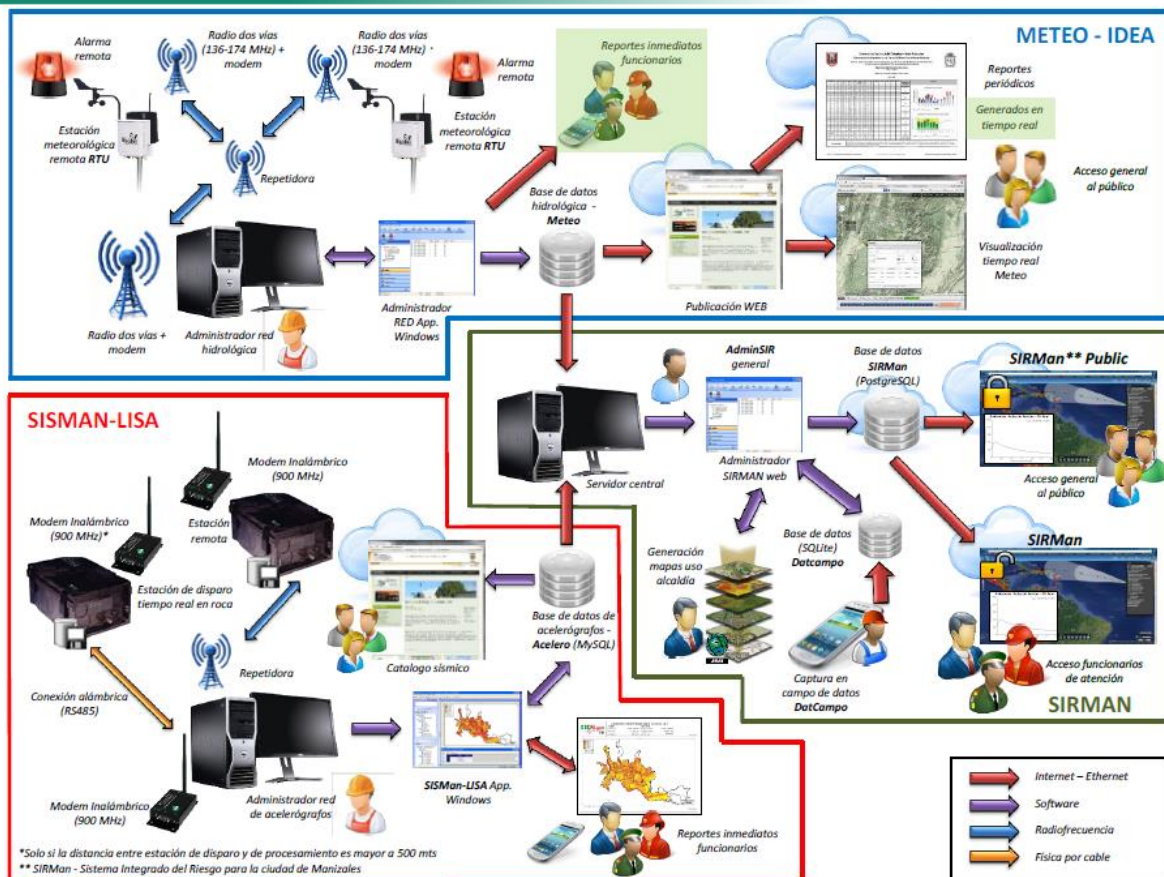
Fuente: IDEA

Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Manizales (SIRMAN)

Actualmente, se está ajustando y refinando el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Manizales (SIRMAN), el cual fue desarrollado como un sistema que integra, en términos tecnológicos y operativos, los esfuerzos que se llevan a cabo desde las diferentes instituciones relacionadas con la gestión del riesgo de desastres en Manizales, de manera que se provea a la ciudad de una herramienta útil para guiar e informar sobre temas relacionados con el riesgo de desastres.

Con este lineamiento general, el sistema fue diseñado con el fin de permitir la integración de toda la información relevante, la cual no necesariamente está disponible en archivos de información georreferenciada, sino que puede provenir de sistemas de monitoreo de alertas, de campañas de levantamiento en campo de información, y en general de otro tipo de actividades que adelanta la ciudad las cuales guardan una relación muy estrecha con la gestión del riesgo y deben por lo tanto estar disponibles a través de la plataforma SIRMAN.

Figura 45. Diseño Sistema SIRMAN



Fuente: SIRMAN

Bodega de Datos

Complementario a lo anterior, también se cuenta con una Bodega de Datos conformada en alianza entre la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales y CORPOCALDAS, la cual busca fortalecer una buena gestión de la información de los datos y de las variables que se obtienen en los diferentes estudios, permitiendo el seguimiento a las condiciones ambientales. Esta Bodega de Datos, permite disponer de información organizada y de confianza en cualquier momento, también una plataforma de visualización del Centro de Datos e Indicadores Ambientales de Caldas (CDIAC) que dé a conocer el trabajo realizado y muestre al público la información obtenida para usarse en pro del componente ambiental departamental.

1.3.1.3. Educación y sensibilización en gestión del riesgo

Una actividad muy importante que realiza la Corporación es la educación y sensibilización para la gestión del riesgo, la cual ha incorporado el desarrollo de juegos didácticos, para niños y jóvenes, llamados Alertópolis y Jengaventura. Adicionalmente se realiza asesoría a los Planes Escolares de Gestión del Riesgo y se realizan acercamientos con las comunidades, hasta involucrarlas en la realización de sus Planes Comunitarios de Gestión del Riesgo.

1.3.2.Reducción del riesgo

1.3.2.1. Información de las obras realizadas

La Corporación desde su conformación ha venido trabajando con los diseños y construcción de obras de mitigación, tanto para laderas como cauces. En la tabla siguiente se hace una compilación de la información de metros cuadrados construidos en los diferentes municipios del Departamento en los últimos 12 años.

Tabla 16. M2 de obras de estabilidad realizados en los municipios de Caldas 2007 – 2019

Municipios	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aguadas		4,108			1,570	448				900	597	1,411	338
Anserma		2,420		333	4,151	1,518	463		750	398	703	796	
Aranzazu	387	5,041	398	531	1,094	1,567	500		175	427	739	359	358
Belalcazar	793	3,478	718		1,786	398	237	110	632	700	698	557	276
Chinchiná		2,330	319	332	2,475	1,615	595		2,000	1,451		510	340
Filadelfia		2,854	846	400	2,566	373	338		185	398	583	423	
La Dorada		2,550		1,772	1,570	1,667	4,428		748	1,061		786	
La Merced		2,053	2,041		2,081	1,667	330	289	895	1,014	583	308	339
Manizales	124,010	58,676	185,899	11,058	344,821	38,277	4,671	9,460	15,830	5,459	65,736	36,848	5,536
Manzanares		4,114		266	2,381	1,912	1,797		3,854	431	1,524	382	
Marmato		765	560	266	2,479	1,169	363	616	248	332	341	359	
Marquetalia		1,525	1,198	1,037	2,234	1,663	499		466	647	598	347	1,355
Marulanda	400	1,813	332	2,656	2,234	2,233	1,506		316	501	2,482	267	
Neira		3,485	1,084	133	2,101	1,393	199		498	631	1,170	417	489
Norcasia		2,159	1,119	531	2,101	398	274		850	498	720	336	120
Pácora	769	1,476	1,682		2,234	1,518	415	1,542	124	750	1,280	452	379
Palestina		2,552	719		1,570	1,169	253		265	2,135	677	510	
Pensilvania		3,458	2,131	796	4,389	1,215	949	2,250	2,250	996	1,221	684	

Riosucio		4,819	400	1,113	2,400	2,339	611		625	2,138	1,138	2,633	380
Risaralda		3,645			2,565	498	400		836	581	363	301	
Salamina		3,195		265	2,765	1,468	459		684	912	1,366	730	822
Samaná		2,177	1,385	663	2,234	349	577	745	900	671	986	394	
San José		3,357	319		1,255	249	400		400	420	341	464	
Supia		2,050	568		2,765	1,169	371		359	142	569	893	
Victoria		9,477	637	200	2,101	174	300		363	941	683	347	257
Villamaría	595	3,032	239	5,299	1,968	1,567	375	820		937	825	4,071	1,215
Viterbo	1,053	1,448	558	332	1,961	290			900	335	427	371	446
Total	128,007	138,057	203,152	27,983	403,851	68,303	21,310	15,832	35,153	25,806	86,350	55,956	12,650

Fuente: Corpocaldas, 2019

Figura 46. Total de metros cuadrados construidos de obras de mitigación en los diferentes municipios de Caldas



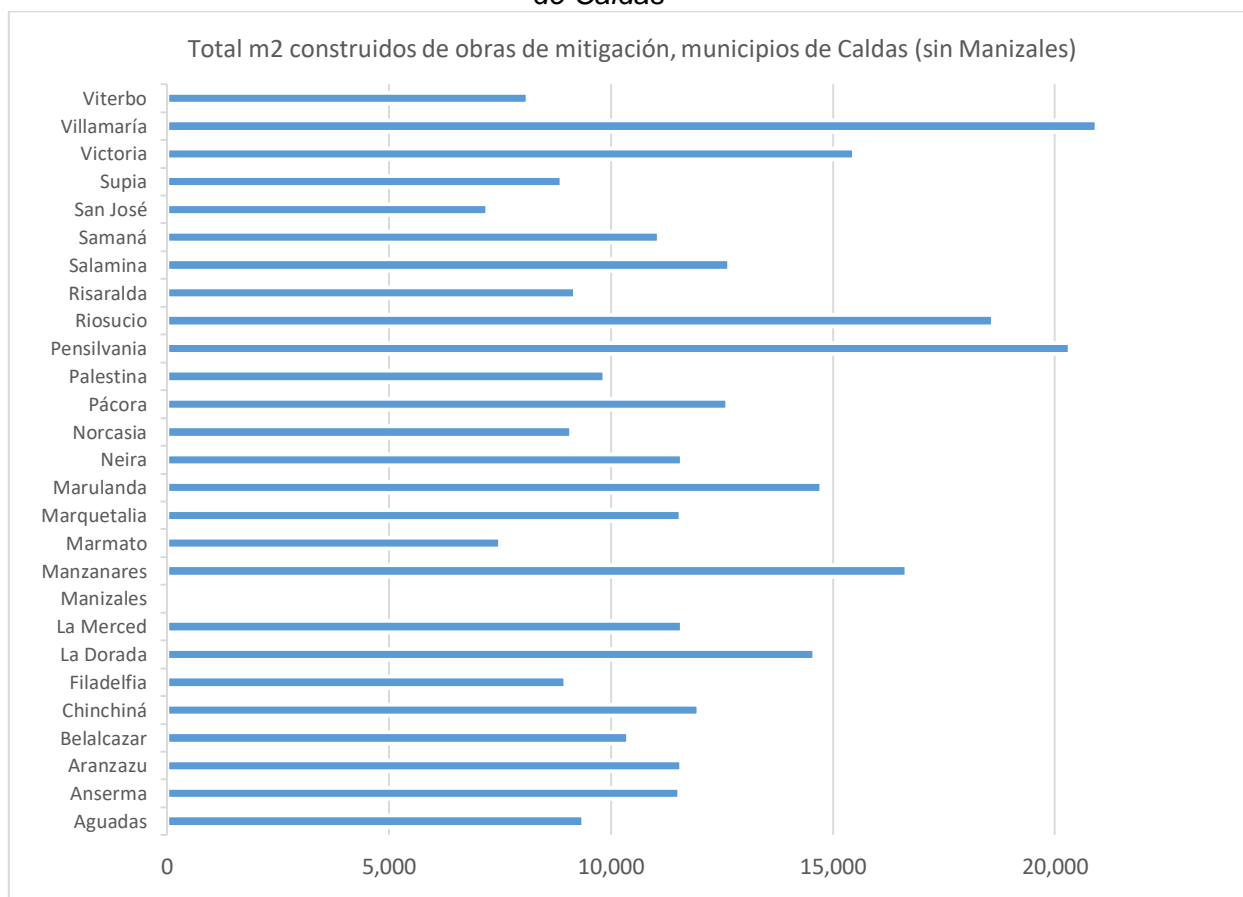
Fuente: Corpocaldas, 2019

De acuerdo a lo anterior, la mayor cantidad de metros cuadrados de obras se realizaron el año 2011, época relacionada con la creación de Colombia Humanitaria, que sirvió para que se financiaran proyectos de recuperación por desastres en todo el país, por lo cual Corpocaldas se vio beneficiada por esta ayuda del Gobierno Nacional, con aportes propios y locales.

El total de metros cuadrados construidos en obras de estabilidad en Manizales en los últimos 12 años ha sido de 906,281.

Un análisis de los metros cuadrados por municipios, muestra que, aparte de Manizales, los municipios con mayor cantidad han sido Villamaría, Pensilvania, Riosucio, Manzanares y Victoria.

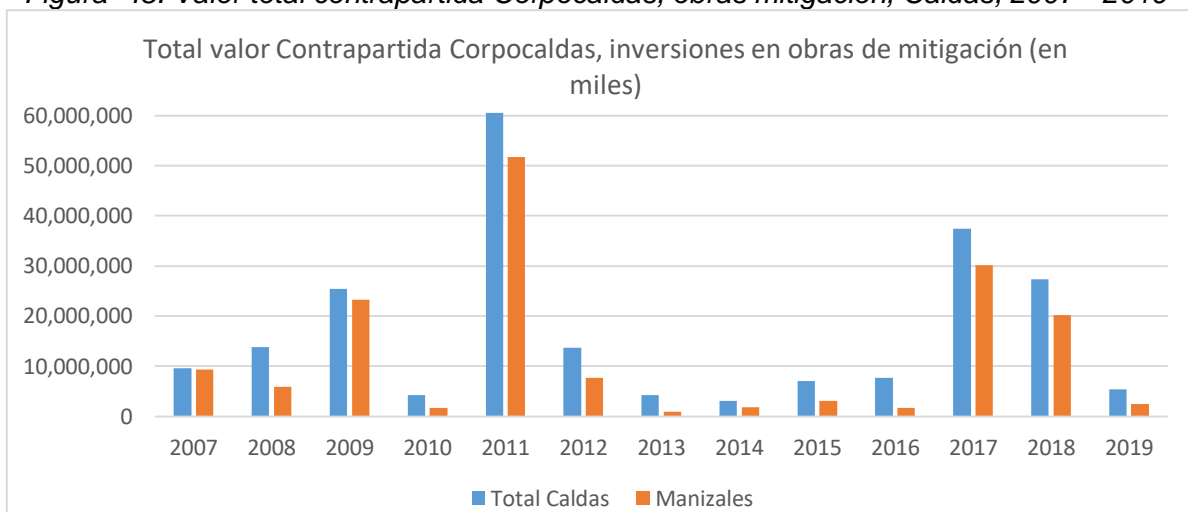
Figura 47. Total metros cuadrados construidos de obras de mitigación, en los municipios de Caldas



Fuente: Corpocaldas, 2019

En total las inversiones en obras de estabilidad en Caldas, en los últimos 12 años, han sido de \$219,672,576,000 pesos, que en Manizales llegan a \$159,925,123,000 de pesos.

Figura 48. Valor total contrapartida Corpocaldas, obras mitigación, Caldas, 2007 - 2019



Fuente: Corpocaldas, 2019

Se pueden evidenciar inversiones importantes tanto en el año 2011 como en el año 2017 y 2018, donde la mayoría de recursos se invierten en Manizales.

1.3.2.2. Incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial

Otra acción de reducción del riesgo es la incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial, que permite, tanto prevenir nuevos riesgos a futuro, como corregir y mitigar los actuales. En ese sentido, la Corporación tiene la obligación de revisar y conciliar con los municipios, la incorporación de esta temática en sus Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

Para apoyar este proceso, Corpocaldas ha venido facilitando la generación de estudios para su incorporación el POT.

1.3.2.3. Programa Guardianas de la Ladera, Manizales

En año 2002, en Manizales, se percibió por parte de entidades como CORPOCALDAS y la Alcaldía de Manizales, que las obras fallaban por las malas condiciones en que se encontraban, incluyendo: depósitos de basura y escombros, uso indebido de las obras asentamientos espontáneos y cultivos, entre otros.

Como una solución a este problema, en el año 2003 surge el Programa Guardianas de la Ladera, como un proyecto de educación ambiental comunitaria, para la prevención y mitigación del riesgo por deslizamiento, implementado en la zona urbana del municipio de Manizales, como una iniciativa de estas dos entidades, y apoyo de empresas de servicios públicos como Aguas de Manizales y la Empresa de Aseo (EMAS), la cual se ha venido llevando a cabo aunando esfuerzos interinstitucionales, ejecutándose a través de una Organización no Gubernamental (ONG), sin ánimo de lucro, como la Corporación para el Desarrollo de Caldas (CDC) y la Fundación FESCO, debido a la importancia que tiene en el desarrollo de una cultura ciudadana, de información y capacitación de las comunidades.

El objetivo del programa consiste en el proceso de socialización con la comunidad del área urbana del municipio de Manizales, con respecto al adecuado manejo que se le deben dar a las zonas de ladera, a la importancia del mantenimiento de las obras de estabilidad presentes en las mismas y a la necesidad de ejercer una vigilancia permanente sobre su estado; actividad realizada directamente por un grupo de mujeres madre cabeza de familia, de condiciones vulnerables.

El Programa ha permitido entre otros:

- La vinculación laboral de más de 1.160 personas durante las catorce fases en que se ha desarrollado el proyecto, desde el año 2003, donde las guardianas son seleccionadas por ser madres cabeza de familia, que habitan zonas de alto riesgo y en condiciones de alta vulnerabilidad, en las 11 comunas de la ciudad.
- Se ha involucrado a la comunidad educativa en el tema de protección de laderas, a través de la campaña “Guardianes por un día”, implementado hasta el momento en más de 120 establecimientos educativos oficiales, con la participación de más de 3.600 estudiantes.

- Se han establecido alianzas con diversas instituciones de carácter social y académico, que permiten apoyar al programa en temas como fortalecimiento del desarrollo social, familiar y social de las guardianas vinculadas al mismo y en el diseño del material de difusión que se promueve en diferentes escenarios comunitarios.
- La continuidad del programa ha posibilitado la participación activa de la comunidad en programas de prevención y adecuada ocupación del territorio propuestos por la Administración Municipal, con miras a propiciar la organización comunitaria para la prevención de riesgos y a fomentar la responsabilidad pública, social y territorial en cuanto a la ocupación del territorio.
- La optimización de recursos, pues se ha logrado llevar a cabo el mantenimiento permanente de la totalidad de las obras de estabilidad presentes en las laderas del área urbana del municipio de Manizales con un presupuesto modesto en contraposición a las grandes inversiones que se realizan para el manejo de la emergencia y la recuperación y rehabilitación.
- La vigilancia constante y el reporte permanente del estado de las obras de estabilidad.
- La actualización cartográfica georreferenciada de las obras de estabilidad no contempladas en la cartografía oficial de la Administración Municipal, referente a las Áreas con Tratamiento Geotécnico.
- El reconocimiento del programa a nivel nacional e internacional

Es pertinente resaltar, que la experiencia en la ejecución del Programa Guardianas de la Ladera, es referente de una estrategia innovadora a nivel nacional en la gestión del riesgo, en donde CORPOCALDAS, dado su carácter asesor frente a la gestión del riesgo en el Departamento, se ha vinculado técnica y económicamente en los últimos años, y ha replicado la experiencia en diferentes municipios del departamento.

En la tabla siguiente se muestran las inversiones realizadas en los últimos 12 años.

Tabla 17. Inversiones realizadas en el Programa Guardianas de la Ladera, 2007 – 2019

Vigencia	Valor Contrato	Aporte Corpocaldas	Aportes Otros	Numero de Guardianas	Numero de Comunas Beneficiadas	Numero de ATGs atendidas
2007	\$ 662,300,493	\$ 327,000,000	\$ 335,300,493	100	11	515
2008	\$ 978,980,000	\$ 927,880,000	\$ 51,100,000	100	11	Sin datos

2009	\$ 610,996,451	\$ 297,604,779	\$ 313,391,672	100	11	Sin datos
2010	\$ 1,217,476,374	\$ 658,960,000	\$ 558,516,374	100	11	Sin datos
2011	\$ 1,169,853,781	\$ -	\$ 1,169,853,781	100	11	Sin datos
2012	\$ 1,346,516,577	\$ 599,996,577	\$ 746,520,000	100	11	Sin datos
2013	\$ 1,240,657,371	\$ 700,000,000	\$ 540,657,371	100	11	Sin datos
2014	\$ 1,383,678,332	\$ 623,759,909	\$ 759,918,423	100	11	436
2015	\$ 1,542,482,625	\$ 1,460,164,155	\$ 82,318,470	100	11	512
2016	\$ 1,553,933,116	\$ 797,258,116	\$ 756,675,000	100	11	Sin datos
2017	\$ 3,126,164,921	\$ 2,942,217,237	\$ 183,947,684	100	11	Sin datos
2018	\$ 1,921,351,542	\$ 1,921,351,542	\$ -	100	11	Sin datos
Total	\$ 16,754,391,583	\$ 11,256,192,315	\$ 5,498,199,268			

Fuente: Corpocaldas, 2019

Programa Guardianas de la Ladera en otros municipios de Caldas

Los beneficios del programa han incidido en que se busque su réplica en otros municipios del Departamento, considerando el componente social y comunitario, que pretende fortalecer los diferentes procesos sociales que se generan alrededor del mantenimiento de las obras, involucrando a la comunidad en todo el proceso, reconociendo su importancia y su valor para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que residen en las zonas aledañas a las diferentes obras.

Los municipios donde se ha realizado el programa se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 18. Programa Guardianas de la ladera en otros municipios de Caldas

Vigencia	Número de Municipios con Programa Guardianas	Observaciones
2007	6	Belalcázar, Marquetalia, Neira, San José, Samaná y Villamaría.
2008	10	Aranzazu, Belalcázar, La Merced, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pensilvania, Salamina, San José y Villamaría
2009	11	Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, San José, Salamina y Samaná
2010	11	Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, San José, Salamina y Samaná
2011	11	Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, San José, Salamina y Samaná
2012	11	Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, San José, Salamina y Samaná
2013	10	Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Chinchiná, Neira, Pensilvania, Risaralda, San José, Salamina y Samaná
2014	6	Aranzazu, Chinchiná, La Merced, Neira, Salamina y Victoria

2015	10	Anserma, Aranzazu, Belalcazar, La Merced, Neira, Pensilvania, Samaná, San José, Victoria y Villamaria
2016	10	Aranzazu, Chinchiná, La Merced, Neira, Pensilvania, Riosucio, Risaralda, San José, Salamina y Victoria,
2017	11	Aranzazu, Belalcazar, Chinchiná, La Merced, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, Salamina, Samaná y Victoria.
2018	11	Aranzazu, Belalcazar, Chinchiná, La Merced, Neira, Norcasia, Pensilvania, Risaralda, Salamina, Samaná y Victoria.

Fuente: Corpocaldas, 2019

Las inversiones realizadas en los municipios, en Programa de Mantenimientos de Obras de Mitigación - Guardianas de la Ladera, también se presenta, en la Tabla siguiente.

Tabla 19. Inversiones (pesos), 2008 a 2018, mantenimiento obras mitigación, municipios de Caldas

Municipio	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Anserma		13,468,685	9,953,928		16,947,520	15,951,504		19,077,548				75,399,185
Aranzazu	18,000,000	13,925,325	14,750,700	18,439,190	20,954,481	17,803,745	18,341,544	26,314,911		20,000,000	19,920,319	88,450,215
Belalcázar	17,554,393	11,922,320	19,953,572	19,953,572	16,499,266	15,260,345		18,359,340	90,415,915	-	7,430,279	217,349,002
Chinchiná				76,631,944		33,717,605	103,483,613					213,833,162
La Merced	19,903,818			16,953,600	25,347,532	14,063,745	14,978,206	21,957,984	26,915,880	15,000,000	14,940,239	170,061,004
Marquetalia	31,500,000	19,936,255	11,452,335	16,439,610	16,499,635							95,827,835
Neira	24,563,320	13,949,005	14,795,200	14,795,200	18,772,431	17,959,276	19,000,257	23,218,974		20,000,000	19,920,319	186,973,982
Norcasia	11,100,000	12,652,000	11,959,648	12,946,693					19,902,369	10,000,000	9,960,159	88,520,869
Pensilvania	31,971,300	22,858,075	22,255,959			15,873,713		22,062,713	25,000,000	15,000,000	14,940,239	169,961,999
Risaralda		13,937,660	13,959,700	11,759,820	18,551,709	13,221,234				15,000,000	7,402,722	93,832,845
San José	19,000,000	15,948,281	14,877,620		10,776,037	14,167,331		14,026,395				88,795,664
Salamina	20,549,500	11,031,195	11,956,480	16,938,800	24,975,273		16,592,172		79,508,773	30,000,000	29,880,478	241,432,671
Samaná		17,668,455		11,952,752	12,427,481		15,820,632	23,090,823		10,000,000	9,960,159	100,920,302
Victoria				17,608,941	13,695,320	14,954,297	11,829,330	15,060,143	97,994,345	10,000,000	9,960,159	191,102,535
Villamaría	19,000,000							15,971,378				34,971,378
Total	213,142,331	167,297,256	145,915,142	234,420,122	195,446,685	172,972,795	200,045,754	199,140,209	339,737,282	145,000,000	144,315,072	2,157,432,648

Fuente: Corpocaldas, 2019

Programa Guardianas de la Quebrada

El impacto del Programa Guardianas de la ladera también se ve reflejado en la creación del programa Guardianas de la Quebrada, en el municipio de Chinchiná, el cual tiene por objetivo: efectuar la limpieza y mantenimiento a los canales tributarios a la Qbda. Cameguadua y al cauce de ésta, en la zona urbana del municipio de Chinchiná.

Las inversiones realizadas se presentan a continuación:

Tabla 20. Inversiones Programa Guardianas de la Quebrada, 2007 - 2019

Vigencia	Valor Contrato	Aporte Corpocaldas	Aportes Otros
2009	\$ 49,064,190	\$ 12,500,000	\$ 36,564,190
2011	\$ 76,631,944	\$ 19,920,318	\$ 56,711,626
2012	\$ 69,140,816	\$ 19,241,838	\$ 49,898,978
2013	\$ 33,717,605	\$ 9,717,605	\$ 24,000,000
2017	\$ 109,679,224	\$ 49,679,222	\$ 60,000,002
Total	\$ 338,233,779	\$ 111,058,983	\$ 227,174,796

Fuente: Corpocaldas, 2019

1.3.3. Gobernanza del riesgo

Como gobernanza del riesgo se considera el apoyo y fortalecimiento de capacidades institucionales locales y departamentales, a partir, entre otras, del apoyo a los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD).

En la tabla siguiente se hace un recuento del monitoreo y asistencia, realizado por la Corporación en los últimos 12 años.

Tabla 21. Monitoreo y Asistencia - Asesoría Técnica Vigencia 2007 – 2019

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
2007	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el Departamento de Caldas	Monitoreo municipio: Risaralda (caldas) dirección: carrera 3ª entre calles 1ª a 3ª - sector oriental del municipio problemática: fisuras y asentamientos, en muros, elementos

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
		<p>estructurales, pisos y vías del sector actividades: se adelanta una campaña de instrumentación donde se calculan los niveles de asentamientos diferenciales, comparándolos y sometiéndolos a un análisis estadístico, que sirve como instrumento práctico en la investigación experimental. Monitoreo 2: municipio: Villamaría (caldas) dirección: río Chinchiná – frente al barrio Santa Ana problemática: procesos de inundación en ciertos sectores del barrio, en época de lluvias de alta intensidad y duración actividades: se adelanta una campaña de instrumentación donde se toman una serie de lecturas a lo largo de una sección transversal al cauce del río, previamente seleccionada por su forma y estabilidad relativa. Las lecturas se hacen sobre la lámina media del agua a la fecha y hora de la lectura, y en diferentes épocas del año, con el fin de establecer una variación de la misma en cualquier época.</p> <p>En cuanto al monitoreo por inundación se realizan actividades en el sector del barrio Santa Ana municipio de Villamaría en donde se construyeron 2 mojones con el fin de determinar períodos de inundación del río Chinchiná; para ello se consignó información de limnímetros y de estaciones meteorológicas del sector; datos suministrados por la central hidroeléctrica de Caldas CHEC.</p>
	Asesoría 4 comités locales de emergencia	<p>Convenio DRI no. 079 – 06 celebrado entre Ecopetrol, cruz roja colombiana, Corpocaldas y gobernación de caldas, con el objeto de unir esfuerzos, recursos, cooperación y apoyo institucional para el fortalecimiento del tejido social, a través del proyecto denominado “educación comunitaria en prevención y atención de desastres y fortalecimiento de la capacidad local de respuesta de las comunidades vecinas a los poliductos de caldas (Línea Puerto Salgar – Cartago) y de Antioquia (línea Medellín – Cartago) de Ecopetrol s.a.: un encuentro con la gestión del riesgo”, para el tramo 2 (11 municipios: Santa Rosa de Cabal, Dosquebradas, Marsella, Pereira – Risaralda; Marmato, Supía, Riosucio, Filadelfia, Neira, Palestina – Caldas; Cartago – Valle Del Cauca).</p>
	Capacitar 40 comunidades asentadas en el área de influencia de zonas de alto riesgo	<p>Programa guardianas de la ladera: este proyecto consiste en la implementación y ejecución de acciones en conjunto con los habitantes de los barrios de estrato 1 y 2, agrupados en los sectores de la ciudad de Manizales, con el objetivo principal de capacitarlos para que ellas (madres cabezas de hogar principalmente) realicen el mantenimiento constante a las obras de tratamiento geotécnico de la ciudad y taludes, durante el tiempo de ejecución del proyecto y de esta forma vincular y crear conciencia en la comunidad para que participen en el desarrollo de programas de mantenimiento y vigilancia de taludes.</p>
	Municipios asesorados en formulación de planes de prevención y mitigación	<p>6 comités locales de emergencia (Filadelfia, Marmato, Neira, Palestina, Riosucio, Supia)</p>

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
	de desastres naturales	
2008	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentación topográfica Barrio La Sultana - rincón de la palma, en el municipio de Manizales: donde se inició la instalación de mojones y se realizó la primera lectura. Instrumentación topográfica barrio maizal: se han efectuado dos lecturas en los meses de abril y mayo, con base en varios puntos establecidos con anterioridad, para determinar los niveles de desplazamiento y asentamiento que presentan las viviendas.
	Asesoría a 10 municipios del departamento en los procesos de ordenamiento territorial.	Determinantes y elementos articuladores regionales, expedientes municipales conformados para 25 municipios del departamento de caldas, documentos de evaluación y seguimiento, plan de acción para la incorporación del riesgo en los POT de los mismos municipios, recomendaciones para la revisión y ajuste de POT para los municipios seleccionados.
2009	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentaciones topográficas en los barrios La Sultana: problemática: fisuras y agrietamientos, en zanjas colectoras, cunetas y andenes del sector. Actividades: se adelanta una campaña de instrumentación donde se calculan los niveles de asentamientos diferenciales. En el estudio realizado, se analiza un total de 12 puntos (mojones), correlacionándolos para establecer qué tipo de movimiento se puede estar presentando. De acuerdo con las mediciones efectuadas se puede concluir que el desplazamiento es casi nulo, lo cual no afecta las obras existentes. Villa Julia: problemática: desplazamiento del talud y asentamientos de vías y viviendas. Actividades: se adelanta una campaña de instrumentación topográfica con equipos de precisión, en donde se ocupan mojones antiguos. En el estudio realizado, se analiza un total de 18 puntos (mojones), correlacionándolos para establecer qué tipo de movimiento se puede estar presentando.
	Asesoría 4 Comités Locales de Emergencia	Corpocaldas efectúa diversas actividades de asesoría y capacitación a los CLOPAD: apoyo con el aporte de un profesional de la subdirección de infraestructura ambiental, la implementación del "proyecto de asistencia técnica en gestión local del riesgo a nivel municipal y departamental", liderado por la dirección de gestión del riesgo - DGR (antes dirección nacional para la prevención y atención de desastres – DNPAD). Este proyecto se enmarca dentro del programa de reducción de la vulnerabilidad fiscal del estado frente a desastres naturales. En este proyecto se busca, a través del fortalecimiento institucional de los CLOPAD y CREPAD, que la gestión del riesgo sea un componente esencial para el desarrollo municipal, que redunde en el mejoramiento de la calidad de vida y la optimización de las inversiones públicas. La implementación se comenzó en el primer semestre de 2009, mediante talleres en cuatro municipios del Departamento de Caldas (La Dorada, Pácora, Supía Y Palestina), dirigidos a los integrantes de los Comités Locales

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
		de Emergencia.
	Planes escolares y gestión ambiental en comunidades vecinas al poliducto del Departamento de Caldas, en los municipios de Marmato, Supía, Riosucio, Filadelfia, Neira, Palestina.	Contrato no. 083-2009, entre Ecopetrol S.A., la Gobernación de Caldas, Cruz Roja Seccional Caldas y Corpocaldas, cuyo objeto es: fortalecimiento de CLOPAD, elaboración de planes escolares y gestión ambiental en comunidades vecinas al poliducto del departamento de caldas, por un valor de \$20.000.000, para ejecutarse en los municipios de Marmato, Supía, Riosucio, Filadelfia, Neira, Palestina.
2010	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	<p>Instrumentación topográfica Barrio Villa Luz. Como consecuencia de la última temporada invernal, se registraron algunos agrietamientos sobre la vía y viviendas de la calle 61 con carrera 11 c del Barrio Villa Luz, lo que denotó la reactivación de procesos antiguos. Para corroborar lo anterior, se inició una campaña de instrumentación topográfica, que permita determinar el avance del movimiento, encontrando desplazamientos milimétricos. Adicionalmente, se presentaron algunos afloramientos de agua hacia la parte inferior de la ladera, indicando un alto nivel de aguas freáticas, las cuales fueron controladas y evacuadas, mediante la construcción de drenes subhorizontales profundos.</p> <p>Instrumentación topográfica sector drive in cerritos (cerro de oro – Manizales).se adelanta con Aquaterra S.A. una instrumentación topográfica de una zona inestable localizada en el sector del cerro de oro, en la parte alta de la cuenca de la quebrada del perro en la ciudad de Manizales.</p>
	Asistencia técnica a zonas prioritarias de alto riesgo en el departamento de caldas por medio de solicitudes	Se han prestado servicios de asistencia técnica en zonas prioritarias de alto riesgo, en todo el departamento, de acuerdo con las solicitudes de la comunidad y las administraciones municipales, haciendo énfasis en los municipios más afectados durante el presente año.
	Cursos de brigadistas forestales (CBF)	Prevención y mitigación de incendios forestales con las comunidades de zonas vulnerables del departamento de caldas y capacitación de los primeros respondientes en emergencias generadas por incendios forestales.
	Actividades de capacitación y asistencia técnica	Determinantes para la inclusión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
	Asesoría y capacitación a los CLOPAD	Continuó con la ejecución del plan de atención durante emergencia y contingencia por inundaciones asociadas a la rotura de la represa miel I, en convenio con ISAGEN, la gobernación de caldas y la cruz roja colombiana seccional Caldas.
	Asistencia técnica en gestión local del riesgo a nivel municipal y departamental	Corpocaldas como entidad acompañante, brindó capacitación y actuó como entidad asesora en los temas de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial.
2011	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	<p>instrumentación topográfica:</p> <p>La Marina II – Anserma Tucán - Manizales Escuela Eugenio Pacelli – Barrio Kennedy - Manizales Drive In Cerritos – Manizales Finca La Marmolera – Manizales Barrio Cervantes - Manizales</p> <p>Recorridos semanales primera temporada invernal caldas: debido a las fuertes precipitaciones ocurridas durante el año 2011 en el departamento de caldas, se efectuó una programación semanal para desarrollar recorridos en zonas susceptibles, sobre todo en el municipio de Manizales, se efectuó una programación semanal para hacer recorridos en zonas susceptibles y en zonas afectadas por procesos de inestabilidad, con personal técnico de la subdirección de infraestructura ambiental, en los cuales se proporcionaban recomendaciones inmediatas a los entes de control para la atención de las diferentes problemáticas.</p>
	Asistencia técnica a los municipios del departamento para la inclusión de los referentes ambientales en los POT.	33 talleres en el departamento y guía para candidatos, con la inclusión de determinantes ambientales y de ordenamiento territorial.
2012	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Se adelantaron acciones de instrumentación topográfica en: Palestina Manzanares San Joaquín (Municipio de Manizales) La Cabaña
	Contrato 213-12: aunar esfuerzos para mejorar la gestión del riesgo mediante la instrumentación, monitoreo y sistemas de alerta temprana en el municipio de Manizales	<p>1). Sistema de instrumentación geotécnica e hidrológica para el tema de los deslizamientos en Manizales</p> <p>2) sistema de instrumentación hidrológico e hidrometeorológico en cuencas urbanas.</p> <p>3) sistema de instrumentación de efectos dinámicos en Manizales.</p> <p>4) sistemas de alerta temprana para las cuencas de las quebradas Manizales, el guamo y olivares</p> <p>5) sistemas de alerta temprana para el manejo de deslizamientos en Manizales.</p>

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
	Asistencia técnica en la incorporación de los determinantes de riesgo en los pot de los municipios del departamento	Asistencia técnica en la aplicación de las determinantes ambientales de gestión del riesgo expedidas por Corpocaldas, para la revisión y ajuste de los POT del Departamento de Caldas. Desarrollo de 4 módulos de asistencia técnica en gestión del riesgo, dirigidos a los funcionarios públicos de planeación y consejos municipales de gestión del riesgo. Elaboración de los documentos técnicos de soporte y proyecto de acuerdo orientado a la gestión del riesgo de los POT de 17 municipios a priorizar, con base en las evaluaciones de riesgo existentes y los municipios que manifiesten su voluntad de recibir apoyo y asistencia técnica. Elaboración de las matrices de seguimiento y evaluación de la gestión del riesgo definida en los POT para 17 municipios a priorizar, con base en las evaluaciones de riesgo existentes y los municipios que manifiesten su voluntad de recibir apoyo y asistencia técnica. Elaboración de los documentos de resumen ejecutivo que muestren los principales temas propuestos de ajuste por gestión del riesgo en los 17 municipios priorizados. Definición de las normas urbanísticas (en concordancia con las determinantes de Corpocaldas) y proyectos para la reducción del riesgo para 17 municipios a priorizar.
2013	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentación topográfica: Alto Caribe – Manizales, La Cabaña – Manizales, Rincón Del Trébol – Manizales, Nuevo Oriente – Marquetalia
	Asistencia técnica para la gestión del riesgo: mejoramiento de la capacidad de respuesta institucional y comunitaria ante posibles eventos generadores de riesgo en el Departamento de Caldas	Asistencia técnica a 17 administraciones municipales del departamento para la aplicación de las determinantes ambientales de gestión del riesgo de Corpocaldas, para la revisión y ajuste de los POT. Asistencia técnica para la formulación de planes de gestión integral de riesgo en 15 instituciones educativas de la subregión centro sur.
2014	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentación topográfica en conjunto residencial rincón del trébol: 14 mojones y 10 lecturas; Marquetalia Barrio Las Colinas: 7 mojones y 13 lecturas; Planta Niza: 7 mojones y 6 lecturas; Cerro de Oro: 11 mojones y 5 lecturas.
	Asistencia técnica para la gestión del riesgo: mejoramiento de la capacidad de respuesta institucional y comunitaria ante posibles eventos generadores de riesgo en el departamento de caldas	Asistencia técnica y capacitación para los 28 consejos territoriales de gestión del riesgo del departamento de caldas, en los siguientes temas: amenaza, vulnerabilidad y riesgo, reducción, respuesta y recuperación, cambio climático y variabilidad climática, estrategias estructurales y no estructurales para manejar el riesgo. Apoyo a los consejos territoriales de gestión del riesgo de desastres en la adecuada formulación de los planes municipales de gestión del riesgo, a partir de lo establecido en la guía dada por la unidad nacional de gestión del riesgo de desastres. Asesorías para la elaboración de los planes de contingencia

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
		<p>sobre atención y prevención de desastres y control a incendios forestales a los municipios, con base en el numeral 23 del artículo 31 de la ley 99 de 1993. Asesorías, revisión de documentos y acompañamiento en temas hidrológicos e hidráulicos que incluyen modelación de crecientes en algunos municipios del departamento: en Chinchiná Vereda Guayabal, Riosucio Resguardo San Lorenzo - San Jerónimo, Pensilvania - Sector Alto de la Cruz y otras asesorías en Manizales; así como, el diseño de estructuras hidráulicas, redes a presión y alcantarillado, en la elaboración de diseños de estructuras de disipación y obras hidráulicas para el control de erosión y manejo de aguas en ladera.</p>
	Asistencia técnica en la incorporación de los determinantes de riesgo en los pot de los municipios del departamento	Asistencia técnica a 23 municipios del departamento para la incorporación de determinantes y asuntos ambientales y de gestión del riesgo, en la revisión y ajuste de los POT, PBOT, EOT, mediante talleres municipales y subregionales, de tal forma que los asuntos de índole ambiental, normatividad y determinantes ambientales, se incorporen y armonicen con los procesos de planificación local.
2015	<p>Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas</p> <p>Asistencia técnica para la gestión del riesgo</p>	<p>Instrumentación topográfica en conjunto residencial rincón del trébol: 14 mojones y 10 lecturas; Planta Niza: 7 mojones y 6 lecturas; Cerro de Oro: 11 mojones y 5 lecturas.</p> <p>Asistencia técnica a 23 municipios del departamento para la incorporación de determinantes y asuntos ambientales y de gestión del riesgo, en la revisión y ajuste de los POT, PBOT, EOT, mediante talleres municipales y subregionales, de tal forma que los asuntos de índole ambiental, normatividad y determinantes ambientales, se incorporen y armonicen con los procesos de planificación local. Se realizaron 21 talleres municipales para la incorporación del riesgo en los POT y las determinantes ambientales dirigidos a concejos municipales, consejos municipales de gestión del riesgo y administraciones municipales y cuyo objetivo fue abordar el elemento preventivo de la gestión del riesgo y la toma de decisiones a partir de los insumos técnicos existentes. Se realizaron talleres en: Aguadas, Anserma, Belalcázar, Chinchiná, Filadelfia, La Merced, Marmato, Marulanda, Neira, Norcasia, Pacora, Palestina, Pensilvania, Riosucio, Risaralda, Samaná, San José, Supía, Victoria, Villamaría Y Viterbo.</p>

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
2016	Asesoría y asistencia técnica para la gestión del riesgo.	<p>Reuniones y talleres con el fin de desarrollar lineamientos y orientaciones para los procesos de ordenamiento territorial, en particular a los que hace referencia el numeral 1 art. 10 de la ley 388 de 1997 – determinantes ambientales. Este proceso se inicia, con la elaboración de una propuesta, que se construyó con el aporte de documentos conceptuales y metodológicos que ha elaborado la corporación como insumos técnicos para la formulación y ajuste de los POT, entre los que se destacan: estudios de amenazas, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, inundaciones e incendios forestales, zonificación ambiental de los POMCAS y determinantes para el suelo rural. Se incluyeron las siguientes temáticas específicas en GRD: plan de contingencia departamental de incendios forestales. Durante el cual se dieron lineamientos para el diseño y la elaboración de los planes de contingencia municipales y su incorporación en los diferentes instrumentos de planificación. Efectos de la variabilidad climática y la gestión del riesgo: Niña: remoción en masa – inundaciones –avenidas torrenciales</p> <p>Niño: incendios forestales – desabastecimiento del recurso hídrico la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial. Se orientó a los actores principales sobre las acciones necesarias para la incorporación efectiva de la gestión del riesgo en su ordenamiento territorial, a fin de que sus respectivos instrumentos de planificación o POT, contribuyan al desarrollo, ocupación y construcción segura del territorio. Se presentó la guía denominada “integración de la gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial municipal” expedida por la UNGRD y otros 2015. Se socializó los insumos técnicos que la corporación ha desarrollado y puesto a consideración de los municipios entre los que se destacan: Corpocaldas - Pangea 2005-2009 – planes indicativos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y Corpocaldas - Geosub 2013. Identificación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo por deslizamientos, inundaciones y avenidas torrenciales en las cabeceras municipales del departamento y centros poblados rurales.</p>
2017	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentación topográfica en Marmato sector escuela: 7 mojones y 4 lecturas; La Palma Manizales: 12 mojones; Salamina Sector Palenque: 11 mojones y 4 lecturas.

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
	Redes de monitoreo	<p>Durante el periodo 2017 se han generado reportes de lluvia diaria, indicadores antecedes de 25 días (a25) y temperatura del aire diaria (valores: máximo, medios y mínimos) para cada una de las redes de Manizales (asociada al riesgo de deslizamiento de laderas por lluvias), hidrometeorológica de Corpocaldas (Caldas y Nevados), Red SAT y cuencas urbanas y rurales de Manizales (asociadas al riesgo de inundaciones). Adicionalmente se tiene acceso a estos reportes diarios en la página web del IDEA. Red Sísmica (RAMAN), de la red sísmica se realizó mantenimiento, y se han generado los reportes directamente del sistema de información sísmica automática de Manizales, sisman – lisa. Este sistema funciona correctamente con siete (7) estaciones en línea (acelerógrafos tipo Sma-Reftek, uno de ellos en roca) y otros 3 acelerógrafos tipo kinematics Etna que tienen problemas para la conectividad con la estación central.</p> <p>El Sisman-Lisa, además de registrar la información del sismo también realiza procesamientos de la información en tiempo real, identificando todas las características del movimiento sísmico y si tiene un nivel determinado, realiza el cálculo de daños en todas las edificaciones de la ciudad en un lapso máximo de 5 minutos. Los mapas de resultados se transmiten inmediatamente a las autoridades competentes.</p> <p>En el monitoreo y generación de alertas tempranas en Manizales también se cuenta con el sistema de información para la gestión del riesgo de Manizales, SIRMAN, el cual es una plataforma que debe ser alimentada con la información de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, para que reúna toda la información y se pueda acceder a ella desde internet, por cualquier usuario. Actualmente, la versión inicial está funcionando en la siguiente dirección: página web de gestión del riesgo de desastres.</p>
	Asesoría y asistencia técnica para la gestión del riesgo.	Asistencia técnica para la gestión del riesgo, tendiente al fortalecimiento técnico tanto a entidades territoriales como a la comunidad en general, en temas relacionados con la prevención y atención de situaciones que puedan llegar a configurar desastres. Es así como, por medio del acompañamiento en la implementación de procesos de gestión del riesgo y la evaluación de zonas potencialmente críticas con relación a procesos de remoción en masa, inundaciones e incendios forestales, se logró la proyección de acciones de intervención.
	Talleres sobre normatividad en quemas dirigido a concejos municipales de gestión del riesgo y cursos de brigadistas forestales	Con el fin de reducir los riesgos y mitigar los efectos que puedan generarse por la eventual presencia de fenómeno del Niño y/o periodos secos extremos, como la ocurrencia de incendios forestales y la disminución de los caudales de fuentes abastecedoras de acueductos veredales y municipales

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
2018	Asesoría técnica a los CMGRD y municipios, en procesos de gestión del riesgo de desastres	Reuniones y talleres con el fin de desarrollar lineamientos y orientaciones para los procesos de ordenamiento territorial, en particular, a los que hace referencia el decreto 1077 del 2015 (sección iii): “incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial”; así como también, lo relativo al numeral 1 art. 10 de la ley 388 de 1997 – determinantes ambientales. En esta exposición, además de reforzar las orientaciones en cuanto a los contenidos básicos que los procesos de ordenamiento territorial municipal para la adecuada incorporación de la gestión del riesgo de desastres; se realizaron talleres con los asistentes sobre planos cartográficos reales de cada municipio, suministrados por la entidad, a fin de superponer diferentes capas temáticas tipo, a manera de ejemplo, para la determinación del riesgo. De este modo, se facilitó una herramienta a partir de la cual se retroalimentaron a los diversos actores y asistentes a los talleres en los municipios. De esta manera durante la vigencia 2018, se realizó el ciclo de talleres en los siguientes municipios: Risaralda, San José, Palestina, Chinchiná, Salamina, Aranzazu, Marulanda, Anserma, Villamaría, Pácora, Aguadas, La Merced, Filadelfia, La Dorada, Norcasia, Samaná, Neira, Marquetalia, Pensilvania, Manzanares, Riosucio, Supía, Marmato Y Manizales.
	Redes de monitoreo	Hidroclimática: convenio interadministrativo no. 114-2018, el cual incluye recursos del 2018 y vigencias futuras del 2019, cuyo objeto es “aunar esfuerzos para realizar la operación y el mantenimiento preventivo y correctivo a las redes hidrometeorológicas, de calidad del aire y sísmicas, en el departamento de caldas”. Red hidrometeorológica: durante el periodo 2018 se generaron reportes de lluvia diaria, indicadores antecedes de 25 días (a25) y temperatura del aire diaria (valores: máximo, medios y mínimos) para cada una de las redes de Manizales (asociada al riesgo de deslizamiento de laderas considerando como detonante las lluvias). También se han generado reportes diarios de lluvia y caudales de la red hidrometeorológica de Corpocaldas, que incluyen la red caldas, red nevados, red SAT, y red cuencas urbanas y rurales de Manizales. Adicionalmente se tiene acceso a estos reportes diarios en la página web del IDEA. SIRMAN: en el monitoreo y generación de alertas tempranas en Manizales también se cuenta con el sistema de información para la gestión del riesgo de Manizales, SIRMAN, el cual es una plataforma que debe ser alimentada con la información de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, para que reúna toda la información y se pueda acceder a ella desde internet, por cualquier usuario.
2019	Monitoreo para zonas prioritarias catalogadas como de alto riesgo en el departamento de caldas	Instrumentación topográfica en los barrios Fanny González: donde se inició la instalación de 25 mojones y se realizaron 6 lecturas a raíz de problemática de inestabilidad en ladera con tratamiento. Barrio la cumbre: donde se inició la instalación de 22 mojones y se realizaron 2 lecturas a raíz de problemática de inestabilidad en ladera con tratamiento. Ladera sector

Año	Asistencia técnica	Objeto / resultado
		Conjunto Torres de Positano: donde se inició la instalación de 8 mojonos y se realizaron 2 lecturas para monitorear estado del talud a raíz de fisuras en la edificación.
	Asesoría técnica a los consejos municipales de gestión del riesgo (CMGRD) y municipios, en procesos de gestión del riesgo de desastres	Se realizaron una serie de reuniones y mesas de asistencia técnica con el fin de brindar lineamientos y orientaciones para los procesos de ordenamiento territorial, en particular, los que hacen referencia el decreto 1077 del 2015 (sección iii): “incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial”; así como también, lo relativo al numeral 1 art. 10 de la ley 388 de 1997 – determinantes ambientales. Este proceso se realizó en el marco de la formulación y ajuste de los POT de los municipios que vienen adelantando dicho proceso, con personal profesional de la corporación. Durante las mesas técnicas, además de reforzar las orientaciones en cuanto a los contenidos básicos que los procesos de ordenamiento territorial municipal deben desarrollar, se trabajó sobre los lineamientos para la adecuada incorporación de la gestión del riesgo de desastres en los instrumentos de planificación, además, se resolvieron inquietudes de los municipios frente al desarrollo del proceso de revisión y ajuste de sus POT, en todos y cada uno de los aspectos que incluyen el componente ambiental de los mismos.
	Cursos de brigadistas forestales (CBF)	Para afrontar el fenómeno del Niño pronosticado por el IDEAM y prevenir la ocurrencia de incendios forestales en el Departamento de Caldas, con personal de Corpocaldas y recursos de funcionamiento, se realizaron un total de cinco (5) cursos de brigadistas forestales con la participación de 143 integrantes del ejército, 25 bomberos voluntarios, 3 integrantes de la defensa civil y 20 empleados de empresa privada, en los municipios de Victoria, Pácora, Pensilvania, y el BITER de Santa Rosa (batallón de instrucción y reentrenamiento), ya que en este lugar se encontraba el personal que iría a ocupar las bases del ejército existentes en el departamento de caldas, lo que implicaría una optimización de recursos y tiempo.
	Monitoreo del riesgo	Generación de boletines e informes sobre el comportamiento de las lluvias y la temperatura para el departamento de caldas y promoción de la vigilancia desde los municipios. Estos boletines se emitieron a través del contrato 232-2018 durante los primeros cuatro meses del año, cuando se decidió suspender la elaboración de nuevos boletines, teniendo en cuenta que el IDEAM informó perspectivas de ausencia de fenómeno del Niño, por débil respuesta de la atmosfera al calentamiento del océano pacifico, y las fuertes lluvias que se estaban presentando en el departamento. Por lo anterior se modificó el alcance del contrato, para elaborar una publicación denominada 'entendiendo la variabilidad climática'

Fuente: elaboración propia

1.3.3.1. Atención a solicitudes

Refleja la información relacionada con atención a usuarios externos, en labores de Gestión del Riesgo en el Departamento de Caldas, relacionadas con asistencia a problemáticas de amenaza y riesgo, seguimiento a contratación y/o inspección de contratos de obras civiles, visitas de asesoría técnica y diagnóstico de la situación observada, al igual que proyección de los informes correspondientes con la descripción, causas, efectos y recomendaciones para la solución de los problemas identificados; de igual forma, apoyo en la elaboración de presupuestos de obra, como insumo en la fase inicial de proyección de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas lluvias que se adelanten en la Subdirección; apoyo en labores de creación, recopilación, organización y procesamiento de bases de datos, con los respectivos registros fotográficos, entre otros.

Tabla 22. Atención a solicitudes

Informe año	Correspondencia Despachada	Fuente
2007	1369	informe de gestión año 2007
2008	2562	informe de gestión año 2008
2009	1329	informe de gestión año 2009
2010	1336	informe de correspondencia enviado de sistemas 25/10/2019
2011	939	informe de correspondencia enviado de sistemas 25/10/2019
2012	260	informe parcial correspondencia inicio Admiarchi 25/10/2019
2013	1392	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2014	1379	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2015	1066	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2016	1293	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2017	2268	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2018	1786	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019
2019	1694	informe de correspondencia sacado de admiarchi 25/10/2019

Fuente: Corpocaldas, 2019