

Caracterización del Escenario de Riesgo por Movimiento en Masa para la Zona Urbana de la Ciudad de Santiago de Cali en el Marco del Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014)

Jennifer Ospina Gallego

Joan Andrea Aguado Godoy

Leidi Jhoanna Valencia

Monografía presentada como requisito para optar por el título de Especialistas en
Prevención, Reducción y Atención de Desastres

Profesor tutor Faber Mosquera Álvarez

Ingeniero Agroindustrial, Especialista en Prevención, Reducción y Atención de Desastres,
Magíster en Salud Ocupacional, Gerencia y Control de Riesgos, Magíster en Administración de
Empresas con énfasis en Gestión de la Calidad Ambiental y Salud Ocupacional

Universidad Católica de Manizales

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Especialización en Prevención, Reducción y Atención de Desastres

Manizales, Caldas

2022



Contenido

Introducción	8
Capítulo I: Aspectos Generales de la Monografía	11
1.1. Descripción del problema.....	11
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.3 Alcance.....	14
1.4 Justificación.....	16
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo general	18
1.5.2 Objetivos específicos.....	18
1.6 Contexto geográfico de estudio.....	19
1.7 Antecedentes	21
1.8 Marco teórico	25
1.9 Marco normativo.....	31
1.10 Marco conceptual	38
1.11 Metodología	43
1.11.1 Identificación del área de estudio.....	44
1.11.2 Recolección de la información disponible.....	44
1.11.3 Caracterización de la amenaza por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali	45
1.11.4 Identificación y caracterización de los elementos expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali	46
1.11.5 Identificación y zonificación de las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa.....	49



1.11.6	Análisis de resultados y elaboración de documento final.....	50
2.	Capítulo II. Caracterización de la amenaza por movimiento en masa para la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali a partir de información secundaria.....	51
3.	Capítulo III. Identificación y caracterización de los elementos expuestos por movimiento en masa localizados en las zonas de amenaza alta.....	62
4.	Capítulo IV. Identificación de las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali.	70
5.	Conclusiones	77
6.	Recomendaciones.....	81
7.	Referencias bibliográficas	83



Lista de tablas

Tabla 1. Agrupación de equipamientos.....	27
Tabla 2. Elementos expuestos.....	29
Tabla 3. Clasificación y componentes de equipamientos urbanos.....	47
Tabla 4. Categoría y tipos de líneas vitales.....	48
Tabla 5. Categorización de amenaza, área (m ² / ha) y porcentaje expuesto por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.....	54
Tabla 6. Clasificación de zonas y barrios, área (m ² / ha) y porcentaje expuesto por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.....	58
Tabla 7. Cantidad y porcentaje de equipamientos por barrio en el área de estudio.....	69
Tabla 8. Cantidad y porcentaje de áreas con condición de riesgo por equipamientos y barrios en el área de estudio.....	70

Lista de figuras

Figura 1. Localización del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	20
Figura 2. Flujo metodológico para la obtención de los resultados.....	43
Figura 3. Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales.....	47
Figura 4. Amenaza y riesgo mitigable por movimientos en masa.....	52
Figura 5. Categorización de amenaza por movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	53
Figura 6. Gráfico de categorización de amenaza, áreas (ha) y porcentajes expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.....	54
Figura 7. Amenaza alta por movimiento en masa en el área de estudio.....	56
Figura 8. Amenaza alta por movimiento en masa en el área de estudio dividido en zonas 1, 2, y 3.....	57
Figura 9. Gráfico de clasificación de zonas, áreas (ha) y porcentajes expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.....	58
Figura 10. Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	59
Figura 11. Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	60
Figura 12. Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	61
Figura 13. Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales (Fecha: Julio de 2021) Zona 2 - Barrio Normandía.....	63
Figura 14. Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales (Fecha: Junio de 2021) Zona 3 - Barrio Polvorines.....	63
Figura 15. Elementos expuestos por movimiento en masa clasificado por zonas del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali – Mapa General.....	64
Figura 16. Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....	65

Figura 17. Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....66

Figura 18. Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....67

Figura 19. Cantidad de equipamientos por barrio en el área urbana de Santiago de Cali.....68

Figura 20. Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa, clasificado por barrio y equipamiento en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....71

Figura 21. Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa clasificado por zonas del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....72

Figura 22. Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....73

Figura 23. Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....74

Figura 24. Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.....75

Gracias a Dios quien fue nuestro guía y principal apoyo para continuar cada día motivadas durante toda la etapa de formación de la Especialización.

Gracias a todas las personas que de alguna manera nos apoyaron con el desarrollo de este trabajo de grado, especialmente a los docentes Giovanna Patricia Osorio Ospina, Diego Rivera Gutiérrez y Faber Mosquera Álvarez y a nuestro compañero Francisco Javier Hernández Gene, quienes nos ayudaron a culminar satisfactoriamente este proceso.

Jennifer, Joan y Leidi.

Introducción

El incremento en pérdidas humanas y económicas por fenómenos de origen natural, como consecuencia de la ocupación de la población en áreas que presentan movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, entre otros fenómenos, requiere del análisis y la zonificación de la amenaza como herramienta fundamental para la ordenación del territorio. Según el Departamento Administrativo de Planeación (DNP, 2018), en Colombia para el año 2016 el 78,4% de la población se encontraba en áreas urbanas y se estima que para el año 2050 la población urbana aumentará en 14,5 millones.

Debido a este aumento de población en áreas urbanas, los suelos aptos para urbanizar se ven cada vez más reducidos, por lo que la población tiende a asentarse en suelos susceptibles a la ocurrencia de fenómenos naturales, propiciando el surgimiento de áreas con condición de riesgo.

En Colombia la incorporación de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial, inicia básicamente con la Ley 388 de 1997, donde se definen las bases legales para la aplicación del ordenamiento territorial; bajo dicha norma se elaboró la primera generación de Planes de Ordenamiento Territorial en Colombia, incorporando en los criterios de zonificación del uso del suelo mapas de riesgo por fenómenos de origen natural. Sin embargo, debido a la fuerte temporada de lluvias 2010 - 2011, cuando Colombia se vio afectada por el fenómeno de La Niña, se evidenció la necesidad de reglamentar la incorporación de los mapas de amenaza y riesgo en el ordenamiento territorial con el Decreto 1807 de 2014.

En dicho Decreto se establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo, a través de la realización de estudios básicos y detallados

de amenaza y riesgo, en los contenidos de mediano y largo plazo o en la expedición de un nuevo Plan de Ordenamiento Territorial. Y se establecen los estudios básicos de amenaza, donde se deberán delimitar zonas denominadas áreas con condición de amenaza y áreas con condición de riesgo.

Las áreas con condición de amenaza y áreas con condición de riesgo pretenden abordar la inclusión del riesgo en el ordenamiento territorial bajo el principio de gradualidad y a diferentes escalas. Estos nuevos ajustes han generado en varios municipios una dificultad, ya que algunos de los Planes de Ordenamiento Territorial, no han podido ser concertados con la autoridad ambiental competente al no cumplir con lo exigido por la norma (Aristizábal et al., 2021). Es por esto que se consideró importante realizar una revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial de algunos municipios Colombianos, y se logró evidenciar que la capital del Valle del Cauca, Santiago de Cali, no tiene identificado en sus instrumentos de planificación territorial la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa según el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014), además, es de tener en cuenta que este municipio es muy propenso a este fenómeno que genera un alto riesgo a las poblaciones del área urbana en especial a las asentadas en las zonas de laderas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, este trabajo tiene como finalidad realizar la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, usando los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para obtención de los resultados y teniendo como base fundamental el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014) en particular las condiciones técnicas para la elaboración de estudios básicos, con el fin de determinar la caracterización de amenaza, los elementos expuestos: como medios de

subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados; generando de esta manera información relevante para tomar decisiones en los procesos de urbanización del municipio y en la planeación de proyectos orientados a los riesgos y su gestión.

Capítulo I: Aspectos Generales de la Monografía

1.1. Descripción del problema

Santiago de Cali presenta un ambiente propio para la ocurrencia de diversos tipos de fenómenos naturales como terremotos, movimientos en masa, inundaciones, incendios forestales, entre otros; esto debido a la posición geográfica y a las condiciones biofísicas que rodean el municipio. En contraste con este ambiente biofísico, en la ciudad se han desarrollado diversas condiciones sociales y formas de ocupación territorial que no han contado con las mejores políticas y prácticas de planificación, que a lo largo de la historia evidencian el progreso de matices de vulnerabilidad de tal manera que gran parte de la población, equipamientos y actividades funcionales presentes en el entorno urbano y rural se encuentran bajo situaciones de riesgo frente a los fenómenos naturales mencionados. (Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres, 2018)

A partir de la clasificación de suelos hecha por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2006) para el departamento del Valle del Cauca, se obtiene para el municipio Santiago de Cali que las laderas colindantes con el área urbana pertenecen al relieve de montaña estructural erosional, compuesta por rocas sedimentarias clásticas (arenicas). Según el IGAC (2006), son suelos drenados que favorecen la infiltración del agua permitiendo la separación de las partículas, lo cual es un factor determinante en la generación de deslizamientos, que se ubican principalmente en estas zonas urbanizadas.

A esto se le suma el crecimiento urbano considerable que ha tenido el municipio desde la segunda mitad del siglo XX, abarcando suelos rurales y con vocación agrícola a uso urbano y

suburbano en el que de forma legal e ilegal se han asentado los nuevos habitantes de la ciudad y en el que también se consolidó actividades económicas e industriales (Valencia, 2019), lo que genera que los niveles de susceptibilidad del terreno y la vulnerabilidad de la población ante este fenómeno de movimiento en masa se incrementen.

De igual manera es importante mencionar que el municipio ha avanzado en el diagnóstico de este fenómeno de movimiento en masa, pero es necesario completar el conocimiento para todo el territorio municipal donde es probable la ocurrencia de este fenómeno y, debido a la gran dinámica de estos procesos, mantenerlo actualizado.

Cabe resaltar también que los instrumentos de planificación territorial cuentan con estudios y zonificación de amenaza por movimiento en masa, pero no se han desarrollado análisis sobre los elementos expuestos ante los movimientos en masa con el rigor suficiente que se requiere para asociarlos con los resultados de los estudios de amenaza y poder así zonificar las áreas con condición de riesgo, entendido como una función dependiente de áreas clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos. Por esta razón, se hace necesario proyectar el presente estudio caracterizando el escenario de riesgo por movimiento en masa en el área urbana de Santiago de Cali, bajo los parámetros estipulados en el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014), con el fin de aumentar el conocimiento de la gestión del riesgo frente a este fenómeno amenazante y contribuir a los estudios que se han desarrollado en el municipio.

1.2 Planteamiento del problema

En el abordaje de la problemática de movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali es fundamental realizar los siguientes planteamientos:

- 1.2.1 ¿Cómo se caracteriza la amenaza por movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali a partir de información secundaria?
- 1.2.2 ¿Cuáles son los elementos expuestos por movimiento en masa localizados en las zonas de amenaza alta en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali?
- 1.2.3 ¿Cuáles son las áreas que se encuentran en condición de riesgo por movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali?

1.3 Alcance

De acuerdo con el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014), la gestión del riesgo de desastres se debe integrar en el ordenamiento territorial como un determinante o condicionante en la planificación territorial, mediante el uso de la ocupación del suelo, en este sentido, los escenarios de riesgo establecidos por el referente marco normativo son los movimientos en masa, inundaciones y las avenidas torrenciales.

De acuerdo con el **artículo 2.2.2.1.3.1.3.** del Decreto 1077 de 2015, “Estudios básicos para la revisión o expedición de Planes de Ordenamiento Territorial (POT)”, estos estudios deben contener los siguientes aspectos: 1. La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza. 2. La delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se refiere el siguiente artículo. **3. La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se refiere el siguiente artículo.** 4. La determinación de las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas. Sin embargo, es de resaltar que en la presente monografía se caracterizara el escenario de riesgo por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali, a partir de los lineamientos o criterios establecidos por el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014); “Estudios Básicos”, centrándose en el ítem número 3 resaltado en negrilla anteriormente.

Teniendo en cuenta los objetivos de la presente monografía, el escenario de riesgo a caracterizar son los movimientos en masa donde el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014) define los requisitos mínimos para el desarrollo de los estudios básicos, donde el punto de

partida será la caracterización de la amenaza realizada por la ciudad de Santiago de Cali, contenida en el Plan de Ordenamiento Territorial y en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.

Es importante precisar, que la presente monografía se realizó de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Guía para la Integración de la Gestión de Riesgo y Desastres y el Ordenamiento Territorial Municipal elaborada por la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres en el año 2015. En la presente guía, se establece que las áreas con condición de riesgo son: áreas clasificadas como de amenaza alta urbanizadas, ocupadas o edificadas y/o con elementos expuestos (viviendas, vías, equipamientos e infraestructura de servicios públicos); o de amenaza media en donde en la revisión o expedición del Plan de Ordenamiento Territorial se proponga cambio de densidad o cambio en usos del suelo que puedan generar o incrementar el riesgo en la zona.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto en el presente trabajo se abordará una caracterización de los escenarios de riesgo por movimiento en masa a partir de los lineamientos o criterios establecidos por el Decreto 1077 del 2015 (Decreto 1807 2014), en lo referente a las áreas con condición de riesgo, es decir, que no se calcularán las pérdidas económicas esperadas u otro aspecto mencionado dentro de los estudios básicos.

1.4 Justificación

Es fundamental que los instrumentos de planificación territorial, principalmente los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres incluyan la identificación de las amenazas naturales, y así mismo, la caracterización de los elementos expuestos que se pueden ver afectados ante cualquier fenómeno natural, sin embargo muchas veces esta información no está presente en los instrumentos de planificación territorial o está incompleta, lo que limita el ordenamiento de los territorios y la infracción de lo estipulado en el Decreto 1077 del 2015 (Decreto 1807 2014), sobre la identificación de áreas con condición de riesgo.

Por medio del ordenamiento territorial se deben identificar e incorporar las zonas que presenten riesgos por amenazas naturales que permitan gestionar el riesgo en el ordenamiento territorial, para esto, se requiere la elaboración de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo principalmente para los fenómenos de inundación, avenida torrencial y movimiento en masa. Estos estudios permiten identificar las áreas de amenaza y riesgo en un territorio, para así determinar medidas estructurales y no estructurales que permitan reducir el riesgo en un municipio.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente sobre la incorporación de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial, el Decreto 1077 del 2015 (Decreto 1807 2014) establece que los municipios deben identificar las zonas con condición de riesgo y bajo el principio de gradualidad deben incorporar la gestión del riesgo en sus Planes de Ordenamiento Territorial.

Con base en lo enunciado, se identificó que el municipio Santiago de Cali no incorpora la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial de manera completa, pues se evidencia que el Plan de Ordenamiento Territorial y en específico su área urbana no cuenta con un análisis y estudio detallado sobre áreas con condición de riesgo por movimiento en masa; cabe resaltar que en la ciudad de Santiago de Cali, el fenómeno por movimiento en masa se presenta en el área urbana principalmente en las comunas 1, 18 y 20, en donde se encuentra localizada una parte importante de la población de la ciudad, alrededor de 231.049 habitantes (censo DANE 2005), 11.3% del total de población urbana.

Dados estos acontecimientos, se hace necesario realizar la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa para el área urbana de Santiago de Cali; esto con el fin de aportar a los instrumentos de planificación territorial, fortalecer la gestión del riesgo del municipio e identificar los sectores con condición de riesgo por movimientos en masa.

Con el desarrollo de este estudio se brinda información y elementos importantes que permiten a las administraciones municipales tomar las medidas necesarias en materia de prevención de desastres y facilitar la toma de decisiones en cuanto a la gestión del riesgo de desastres.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Caracterizar el escenario de riesgo por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali, a partir de los lineamientos o criterios establecidos por el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014); “Estudios Básicos”.

1.5.2 Objetivos específicos

- 1.5.2.1 Realizar la caracterización de la amenaza por movimiento en masa para la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali a partir de información secundaria.
- 1.5.2.2 Identificar y caracterizar los elementos expuestos por movimiento en masa localizados en las zonas de amenaza alta.
- 1.5.2.3 Identificar las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali.

1.6 Contexto geográfico de estudio

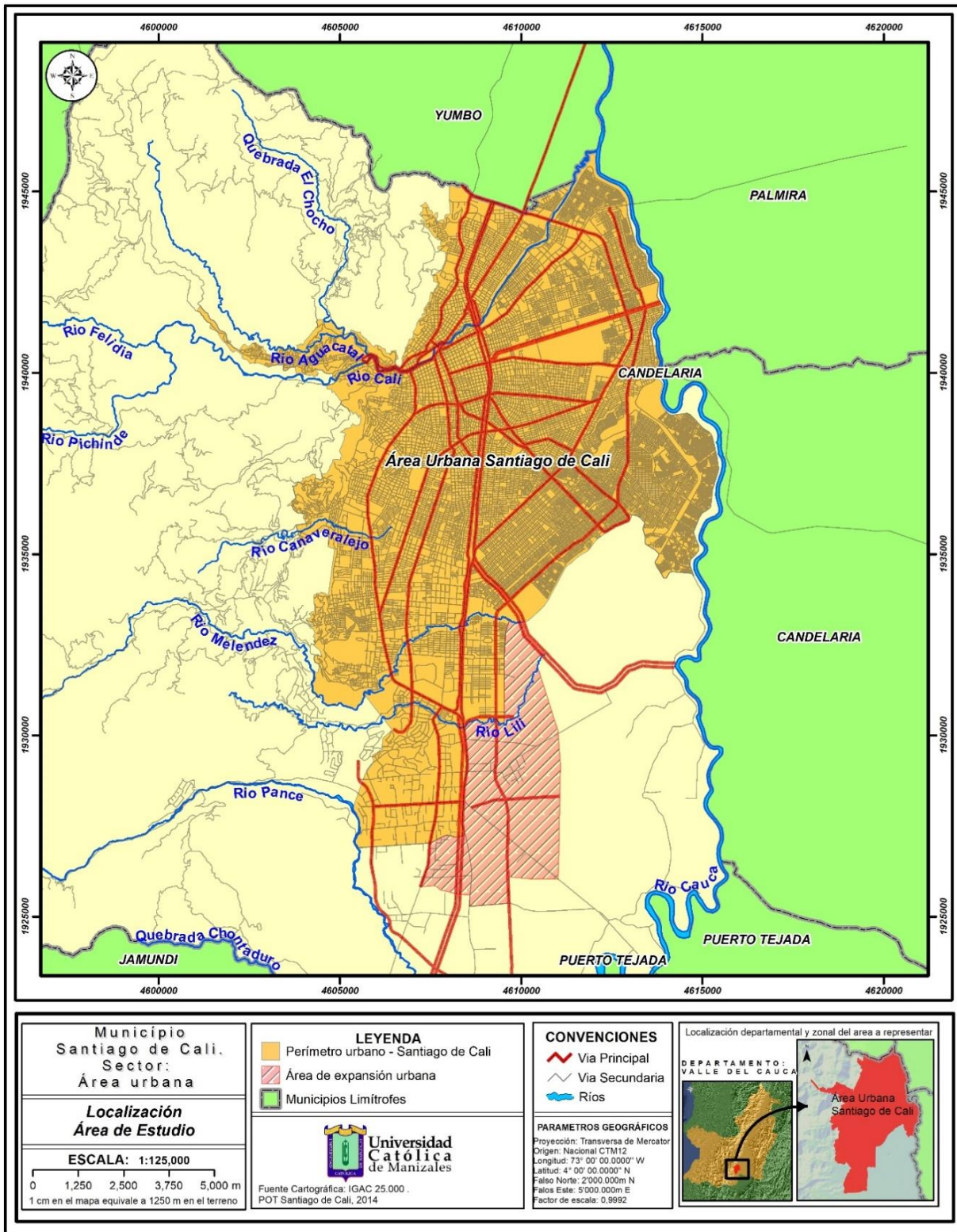
La ciudad Santiago de Cali se localiza en el suroccidente de Colombia, en el valle del río Cauca, entre las cordilleras Occidental y Central, limita al norte con el municipio de Yumbo, al este con el río Cauca y los municipios de Palmira y Candelaria, al sur y al oeste con área rural de la ciudad de Santiago de Cali (ver figura 1); la altitud promedio es de 995 m.s.n.m. Santiago de Cali es la capital del departamento del Valle del Cauca y constituye el principal polo de desarrollo económico en el occidente colombiano. (Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres, 2018)

La ciudad de Santiago de Cali, tiene una extensión de 560.3 Km², y su área urbana es la tercera más poblada del país con 2'205.680 habitantes (censo DANE 2018). La división administrativa de la ciudad Santiago de Cali indica que su área urbana está constituida por 22 comunas, que a su vez se subdividen en barrios y urbanizaciones. En total, en la ciudad se tienen 249 barrios aprobados y 91 urbanizaciones.

En el aspecto climatológico, la ciudad Santiago de Cali se caracteriza por tener un periodo lluvioso bimodal con precipitaciones del orden de los 600 milímetros - mm al año, con promedios de 1600 mm al sur y 1000 mm al norte. Hidrográficamente, el municipio está dividido en 7 subcuencas conformadas por los ríos: Pance, Lili, Meléndez, Cañaveralejo, Cali, Aguacatal, y parte de la cuenca del río Cauca. La posición geográfica y las características geomorfológicas de su territorio hacen de la ciudad Santiago de Cali una zona propensa a la ocurrencia de diversos tipos de fenómenos naturales y antrópicos que, combinados con las condiciones socioeconómicas de su población y el desarrollo urbanístico, configuran complejas situaciones de riesgo. (Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres, 2018, p.10)

Figura 1

Localización del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

1.7 Antecedentes

En Colombia se han realizado diferentes estudios que incluyen la caracterización y zonificación de áreas con condición de riesgo, los cuales permiten abordar esta problemática de manera adecuada y contribuir con territorios mejores planificados, por lo tanto, a continuación, se presentan diferentes estudios previos en áreas con condición de riesgo:

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) (2017), realizó el “Proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá”, en el que se identificaron las áreas con condición de riesgo en 20 localidades del municipio. El desarrollo del proyecto inicio con la delimitación de las áreas categorizadas en amenaza alta, continuando con la caracterización de cada localidad mencionando su área, barrios, cantidad de habitantes y estrato social. Como tercera parte del proyecto se identificó y categorizo los equipamientos según su uso social, las líneas vitales y zonas ocupadas, finalmente se zonificaron las áreas con condición de riesgo por localidad.

Rozo Vargas, William (2017), su estudio “Definición de lineamientos para la formulación de determinantes de riesgo para Corpoguavio Colombia” fue reportado en la revista Espacios. Este estudio pretendía establecer determinantes de la gestión de riesgo para el ajuste y actualización de los procesos de ordenamiento de los municipios de Medina, Guasca, Fómeque, Junín, Gama, Gachetá, Gachalá y Ubalá, que hacen parte de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio), para ello, se clasifico el riesgo en alto y medio por los fenómenos de avenida torrencial, inundación y remoción en masa. La metodología de investigación utilizada para el desarrollo de este estudio, es de tipo descriptivo con un enfoque

deductivo, que parte de la recolección de información primaria y secundaria de los documentos y cartografía correspondiente a los Esquemas de Ordenamiento Territorial, en cuanto a la delimitación de los usos del suelo, así como de información de estudios realizados por Corpoguavio en relación con la identificación y delimitación de las áreas en condición de riesgo para cada uno de los municipios.

El estudio concluyo, las zonas donde se encuentren ubicados asentamientos urbanos se debe adelantar acciones de identificación, reubicación o reasentamiento de viviendas. Sobre estas zonas queda prohibido cualquier tipo de desarrollo y el municipio deberá establecer los mecanismos legales para tal fin. No se permitirá la dotación de servicios públicos para aquellos asentamientos que se ubiquen sobre zonas catalogadas como de riesgo no mitigable.

Aristizábal et al. (2021), en su estudio “Definición de áreas con condición de amenaza y áreas con condición de riesgo en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en Colombia” se presenta y discute la definición de las áreas con condición de amenaza y áreas con condición de riesgo, como herramienta para la ordenación del territorio. Para esto se presenta como caso de estudio el municipio de Caldas, en el departamento de Antioquia. El procedimiento utilizado se convierte en una guía útil para diferentes municipios, ya que señala no solo la metodología utilizada, sino además los diferentes conflictos que se presentan en los procedimientos y recomendaciones para un adecuado manejo.

Garzón Gantiva, José y Pérez Morgan, Christian (2017), estos estudiantes de la Universidad Santo Tomás, realizaron como tesis de especialización en gestión territorial y avalúos la “Integración de la gestión del riesgo de desastres en el ajuste del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca”, la

metodología empleada se basó en un análisis y revisión de normatividad y aspectos generales de la gestión del riesgo de desastres del municipio utilizando como fuente primaria el EOT. Para el conocimiento del riesgo se realizó una etapa del diagnóstico del EOT, ejecutando las siguientes actividades:

- a) Reconocer y priorizar escenarios de riesgo municipal, a partir de los escenarios de riesgo caracterizados en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres-PMGRD.
- b) Adelantar estudios de delimitación, zonificación y caracterización de amenazas (por inundaciones, movimientos en masa, y avenidas torrenciales).
- c) Identificar elementos expuestos en áreas de amenaza (infraestructuras, redes de servicios públicos, equipamientos, viviendas, edificaciones, e industrias).
- d) Delimitar áreas con condición de riesgo.

Cali, Valle del Cauca, para el municipio en estudio se han realizado varias investigaciones y consultas sobre antecedentes de áreas con condición de riesgo, sin embargo, los resultados han sido nulos dado que es un tema que ni siquiera el municipio en su Plan de Ordenamiento Territorial (POT) lo contempla, posiblemente no se ha incluido en el POT las áreas con condición de riesgo en vista de que este fue emitido en el año 1999 y tiene un alcance hasta el año 2021, sólo en el año 2014 hubo una actualización del POT mediante el Acuerdo 0373, pero no incluyeron este tema.

Otro antecedente a resaltar es la “Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa”, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano y la Universidad Nacional de Colombia en el año 2016. En esta guía se describen

los lineamientos metodológicos para realizar estudios de riesgo por movimientos en masa a escala detallada o local, que se podrán aplicar en la mayoría de las cabeceras municipales y centros poblados pequeños y medianos de Colombia, siguiendo la normatividad presentada en el Decreto 1077 del 2015 (Decreto 1807 de 2014). Es de resaltar que esta Guía se utilizó como base para la clasificación de los elementos expuestos, lo cual es una parte fundamental para calcular las áreas con condición de riesgo como objetivo final de la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa.

1.8 Marco teórico

El principal elemento en el presente marco teórico es el “Proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá”, elaborado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) en el año 2017. Este proyecto muestra la metodología usada por el IDIGER para la delimitación de las áreas con condición de amenaza y riesgo en Bogotá, en cumplimiento de lo establecido para los estudios básicos del Decreto 1807 de 2014.

Para obtener las áreas en condición de riesgo, el IDIGER tiene en cuenta las zonas en amenaza alta de los mapas de amenaza por movimientos en masa, obtenidos de los estudios básicos adelantados para la actualización del componente de gestión del riesgo en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá.

Así mismo IDIGER define los equipamientos urbanos como el conjunto de edificios y espacios preferentemente de uso público, en los cuales se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, que brindan a la población servicios de bienestar social y son apoyo a las actividades económicas, sociales, culturales y recreativas. (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, 2017)

A continuación, se presentan de forma resumida los tipos de equipamientos según IDIGER (2017):

- a) Abastecimiento y seguridad alimentaria: centro de abastos, frigoríficos, plazas de mercado.

- b) Bienestar social: albergues infantiles, comedores comunitarios, fundaciones, guarderías infantiles, hogares comunitarios, jardines infantiles, comisarías de familia.
- c) Cementerios y servicios funerarios.
- d) Culto: parroquias, capillas, iglesias.
- e) Cultura: teatros, bibliotecas, academias de arte, museos, auditorios, salones comunales.
- f) Deportivo y recreativo: centros deportivos, plazas de toros, polideportivos, estadios, coliseos, velódromos, clubes campestres.
- g) Educación: colegios, escuelas, fundaciones, institutos.
- h) Educación superior: universidades, fundaciones universitarias, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- i) Salud: unidades primarias de atención, hospitales, clínicas.
- j) Sedes administrativas: alcaldías, bancos, consulados, contralorías, embajadas, ministerios, notarías, personerías, registradurías, tribunales y juzgados.
- k) Seguridad ciudadana, defensa y justicia: bases militares, batallones, CAI, cárceles, defensa civil, estaciones de bomberos, estaciones de policía, instituto de medicina legal, juzgados.

Para determinar las áreas con condición de riesgo los equipamientos fueron agrupados como se evidencia en la tabla 1.

Tabla 1

Agrupación de equipamientos

Servicio social	Clasificación
Abastecimiento y seguridad alimentaria	Administrativo-institucional
Bienestar social	Asistencial-sanitario
Cementerios y servicios funerarios	Administrativo-institucional
Culto	Administrativo-institucional
Cultura	Educativo-cultural
Deportivo y recreativo	Recreativo-deportivo
Educación	Educativo-cultural
Educación superior	Educativo-cultural
Salud	Asistencial-sanitario
Sedes administrativas	Administrativo-institucional
Seguridad ciudadana, defensa y justicia	Administrativo-institucional

Fuente: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (2017).

Dentro de los elementos expuestos también es elemental la información referente a líneas vitales, puesto que las áreas con condición de riesgo también corresponden a áreas clasificadas como de amenaza alta en las que se encuentren elementos del sistema vial e infraestructura de servicios públicos.

IDIGER indica que las líneas vitales son el conjunto de sistemas y servicios fundamentales para el funcionamiento de la sociedad, como las redes de acueducto y alcantarillado, las redes eléctricas y de telecomunicaciones, y los sistemas de transporte. (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, 2017).

A partir del mapa de amenaza por movimientos en masa, se realiza el cruce de las áreas de amenaza alta con los diferentes tipos de líneas vitales, las cuales están conformadas por diferentes categorías y se clasifican en los siguientes grupos:

- a) Red de acueducto: línea principal gravedad aducción, línea principal gravedad conducción, línea principal red matriz, red menor, línea lateral.

- b) Red de alcantarillado: interceptor, colector, alivio, sifón invertido, emisario final, domiciliaria, sumidero, industrial, institucional.
- c) Red vial: malla vial arterial, malla vial intermedia, malla vial local, malla vial rural.
- d) Red eléctrica.
- e) Red de gas natural.

Además de los equipamientos y las líneas vitales, es necesario identificar las zonas ocupadas, puesto que las áreas en condición de riesgo también son aquellas que corresponden a las áreas clasificadas como de amenaza alta que estén ocupadas o edificadas. Para esto IDIGER a partir de los mapas de amenaza por movimientos en masa, realizó el cruce de las áreas de amenaza alta con las zonas ocupadas.

Es fundamental identificar como segundo elemento dentro del marco teórico la “Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa”, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano y la Universidad Nacional de Colombia en el año 2016. En esta guía se describen los lineamientos metodológicos para realizar estudios de riesgo por movimientos en masa a escala detallada o local, siguiendo la normatividad presentada en el Decreto 1807 de 2014. Para el desarrollo de nuestro trabajo de grado el cual está enfocado en la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa, se tomará de la Guía previamente mencionada sólo los pasos metodológicos que nos permiten cumplir nuestro objetivo.

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

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

Identificación y localización de los elementos expuestos

Los elementos expuestos incluyen tanto elementos físicos (bienes e infraestructura) como servicios ambientales, recursos económicos y sociales y bienes culturales, que por su localización pueden resultar afectados por la materialización de una amenaza. La metodología propuesta en la guía está orientada a la evaluación de vulnerabilidad física con fines de estimaciones cuantitativas de riesgo, para lo cual los elementos expuestos se reducen a dos grupos: bienes físicos y personas (tabla 2).

Tabla 2

Elementos expuestos

Clasificación		Identificación	Uso - Componentes
Bienes físicos	Edificaciones	Indispensables-Grupo IV (norma NSR-10)	Salud (pública/privada)
		Atención a la comunidad-Grupo III (norma NSR-10)	Seguridad Emergencia Educación
		Ocupación especial-Grupo II (norma NSR-10)	Institucionales Gubernamentales Centros comerciales Industria
		Ocupación normal-Grupo I (norma NSR-10)	Residencial y comercio



Líneas vitales	Red vial	Vías
		Puentes vehiculares
		Puentes peatonales
	Servicios públicos	Líneas de acueducto, alcantarillado y gas (tuberías)
		Redes eléctricas y comunicaciones
Personas	Población	

Fuente: Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia (2016).

La base para la identificación y localización de los elementos expuestos será la información predial o catastral. Parámetros tales como el nivel socioeconómico (estratificación), avalúo catastral (millones de pesos) o aspectos macroeconómicos y sociales (avalúo comercial y uso del suelo) permiten identificar los elementos expuestos en materia de infraestructura, facilitando su representación y análisis espacial con SIG. (Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia, 2016)

1.9 Marco normativo

Colombia cuenta con una gran variedad de normativas enfocadas a la gestión del riesgo de desastres y al ordenamiento territorial, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Teniendo en cuenta el alcance de este trabajo de grado y su línea de investigación, éste estudio está ligado a todas aquellas normas y leyes que orienten la gestión del riesgo de desastres, en especial la identificación de áreas con condición de riesgo, y el ordenamiento territorial, cómo son:

Ley 2 de 1991, Por la cual se modifica la Ley de Reforma Urbana, establece que los municipios deben levantar y mantener actualizados los inventarios de las zonas que presenten altos riesgos para la localización de asentamientos humanos y que los alcaldes contarán con la colaboración de las entidades pertenecientes al Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, para desarrollar las operaciones necesarias para eliminar el riesgo en los asentamientos localizados en dichas zonas. (Congreso de Colombia, 1991)

Ley 388 de 1997, Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989 y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. En especial lo dispuesto en los siguientes artículos:

Artículo 1. (Numeral 2). El establecimiento de los mecanismos que le permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Artículo 8. (Numeral 5). Determinar las zonas no urbanizables que presenten riesgos para la localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales, o que de otra forma presenten condiciones insalubres para la vivienda.

Artículo 9. La ley 388 de 1997, define al Plan de Ordenamiento Territorial como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo, denominados: Planes de ordenamiento territorial (Distritos y municipios con población mayor a 100.000 habitantes), Planes básicos de ordenamiento territorial (Municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes) y Esquemas de ordenamiento territorial (Municipios con población inferior a 30.000 habitantes).

Artículo 10. (Numeral 1, literal d). Establece que los municipios en la elaboración y adopción de sus Planes de Ordenamiento Territorial, deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales.

Artículo 12. (Numeral 2.3). La determinación y ubicación en planos de las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad. (Congreso de Colombia, 1997)

Ley 1523 de 2012, Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. En especial lo dispuesto en los siguientes artículos:

Artículo 3. (Numeral 10). Principio de gradualidad: La gestión del riesgo se despliega de manera continua, mediante procesos secuenciales en tiempos y alcances que se renuevan permanentemente.

Artículo 4. (Numeral 3). Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Artículo 4. (Numeral 10). Exposición (elementos expuestos): Se refiere 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.

Artículo 4. (Numeral 11). Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe.

Artículo 32. Planes de Gestión del Riesgo: Los cuales serán formulados e implementados por parte del gobierno para priorizar, programar y ejecutar acciones por parte de las entidades del

sistema nacional, en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo del desastre, como parte del ordenamiento territorial y del desarrollo, así como para realizar su seguimiento y evaluación.

Artículo 39. Integración de la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo: Los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socioambiental y, considerar, el riesgo de desastres, como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo.

Artículo 40. Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación: Reitera que los planes de ordenamiento deben incluir las previsiones de la Ley 9 de 1989 y de la Ley 388 de 1997, en lo relativo a los mecanismos para el inventario de asentamientos en alto riesgo, el señalamiento, delimitación y tratamiento de las zonas expuestas a amenaza derivada de fenómenos naturales, socio naturales o antropogénicas no intencionales, incluidos los mecanismos de reubicación de asentamientos; la transformación del uso asignado a tales zonas para evitar reasentamientos en alto riesgo; la constitución de reservas de tierras para hacer posible tales reasentamientos y la utilización de los instrumentos jurídicos de adquisición y expropiación de inmuebles que sean necesarios para reubicación de poblaciones en alto riesgo, entre otros.

Artículo 41. Ordenamiento territorial y planificación del desarrollo: Los organismos de planificación nacionales, regionales, departamentales, distritales y municipales, seguirán las orientaciones y directrices señalados en el plan nacional de gestión del riesgo y contemplarán las

disposiciones y recomendaciones específicas sobre la materia, en especial, en lo relativo a la incorporación efectiva del riesgo de desastre como un determinante ambiental que debe ser considerado en los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial. (Congreso de Colombia, 2012)

Decreto - Ley 019 de 2012, Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública. En especial lo dispuesto en el artículo:

Artículo 189. Incorporación de la gestión del riesgo en la revisión de los planes de ordenamiento territorial: Con el fin de promover medidas para la sostenibilidad ambiental del territorio, sólo procederá la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo del plan de ordenamiento territorial o la expedición del nuevo plan de ordenamiento territorial cuando se garantice la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza y la delimitación y zonificación de las áreas con condiciones de riesgo además de la determinación de las medidas específicas para su mitigación, la cual deberá incluirse en la cartografía correspondiente. (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2012)

Decreto 1807 de 2014, Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto - Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones. En especial lo dispuesto en los artículos:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación: Las disposiciones contenidas en el Decreto 1807 de 2014 establecen las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual

la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan.

Artículo 3. Estudios básicos para la revisión o expedición de Planes de Ordenamiento Territorial (POT): Para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes, se deben elaborar estudios en los suelos urbanos, de expansión urbana y rural para los fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, que contienen:

(Literal a). La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza.

(Literal c). La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo.

Artículo 8. (Numeral 4). Zonificación: Para la zonificación de la amenaza, esta se categorizará en alta, media y baja.

Artículo 8. (Numeral 5). Productos: Como resultado de los estudios básicos, se elaboran los mapas de zonificación de amenaza por movimientos en masa.

Artículo 12. Delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo: Con fundamento en la delimitación y zonificación de amenazas, se delimitan y zonifican las áreas con condición de riesgo, a fin de priorizar las áreas en las cuales se deben realizar estudios detallados.

La identificación de las áreas con condición de riesgo se realizará a partir del análisis de las áreas zonificadas como de amenaza alta en los estudios básicos, con la información cartográfica (predial o catastral, entre otras) disponible que permita identificar la existencia de

elementos expuestos, de áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como de aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales.

Artículo 23. Componente General: En relación con la gestión del riesgo, en el componente general del POT se deberá considerar:

Numeral 1. Objetivos y estrategias territoriales de mediano y largo plazo: Se deben establecer los objetivos y estrategias de mediano y largo plazo garantizando la incorporación de la gestión del riesgo en el plan de ordenamiento territorial y la definición de medidas para el conocimiento y la reducción (prevención y mitigación) del riesgo, procurando el desarrollo seguro del territorio, de acuerdo con los análisis efectuados en los estudios básicos.

Numeral 2.1. En el contenido estructural se deben especificar y ubicar en planos las áreas con condición de riesgo y con restricción por amenazas identificadas en los estudios básicos.
(Presidente de la República de Colombia, 2014)

Decreto 1077 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Libro 2. Parte 2. Título 2. Capítulo 1. Sección 3
Incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento Territorial: Se describen varias subsecciones donde se establecen las condiciones técnicas para elaboración de estudios técnicos básicos o detallados para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015). Deroga al Decreto 1807 del 2014 en todos sus artículos.

1.10 Marco conceptual

En el desarrollo de la presente monografía se tienen diferentes conceptos y terminología fundamental en la gestión del riesgo de desastres, de los cuales a continuación se definen muchos de estos:

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.23)

Amenaza socio-natural: Peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. Ejemplos de estos pueden encontrarse en inundaciones y deslizamientos resultantes de, o incrementados o influenciados en su intensidad, por procesos de deforestación y deterioro de cuencas; erosión costera por la destrucción de manglares; inundaciones urbanas por falta de adecuados sistemas de drenaje de aguas pluviales. Las amenazas socio-naturales se crean en la intersección del ambiente natural con la acción humana y representan un proceso de conversión de recursos naturales en amenazas. Los cambios en el ambiente y las nuevas amenazas que se generan con el Cambio Climático Global son el ejemplo más extremo de la noción de amenaza socio-natural. Las amenazas socio-naturales mimetizan o asuman las mismas características que diversas amenazas naturales. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.38)

Áreas con condición de riesgo: Corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos. (Presidente de la República de Colombia, 2014, p.3)

Conocimiento del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p. 24)

Delimitación: Consiste en la identificación del límite de un área determinada, mediante un polígono. Debe realizarse bajo el sistema de coordenadas oficial definido por la autoridad cartográfica nacional y su precisión estará dada en función de la escala de trabajo. (Presidente de la República de Colombia, 2014, p.3)

Exposición (elementos expuestos): Se refiere 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. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.24)

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando

ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.19)

Movimientos en masa: Todo movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. Algunos movimientos en masa son lentos, a veces imperceptibles y difusos; en tanto que otros pueden desarrollar velocidades altas. Los principales tipos de movimientos en masa comprenden caídas, deslizamientos, reptación, flujos y propagación lateral.

Los movimientos en masa son también conocidos como: Derrumbes, alud de tierra, avalanchas, volcamientos, desprendimientos de tierra, corrimientos de tierra, movimiento de tierras, caídas de tierra, reptación, hundimientos de la tierra, rompimiento de montañas, escurrimiento de la tierra, resbalamiento de la tierra, fenómenos de remoción en masa, procesos de remoción en masa. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.40)

Ordenamiento territorial: El ordenamiento del territorio municipal y distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.29)

Plan de Ordenamiento Territorial: Es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. Se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. Los planes de ordenamiento del territorio se denominarán:

- a) Planes de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los distritos y municipios con población superior a los 100.000 habitantes;
- b) Planes básicos de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes;
- c) Esquemas de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población inferior a los 30.000 habitantes.

(Congreso de Colombia, 1997, p.6)

Principio de gradualidad: La gestión del riesgo se despliega de manera continua, mediante procesos secuenciales en tiempos y alcances que se renuevan permanentemente. Dicha gestión continuada estará regida por los principios de gestión pública consagrados en el artículo 209 de la Constitución y debe entenderse a la luz del desarrollo político, histórico y socioeconómico de la sociedad que se beneficia. (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.16)

Sistemas de Información Geográfica (SIG): Un SIG es un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar,

modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

Por otra parte, cualquier ciencia relacionada con el espacio, en especial la geografía, analiza el territorio a través de distintas capas temáticas (el suelo y sus usos, los términos municipales, la red hidrográfica, el sistema de asentamientos, las infraestructuras viarias, carreteras, ferrocarriles, la distribución de equipos y servicios, entre otras). Esto es, detectando y usando, aislada o conjuntamente, distintos estratos de información de la misma zona. De esta forma, el investigador puede analizar cada una de estas capas temáticas dependiendo de los objetivos de su estudio. En este sentido, la gran ventaja de los SIG es que pueden relacionar las distintas capas entre sí, lo que concede a estos sistemas unas espectaculares capacidades de análisis, pudiendo responder a peticiones complejas y, por ello, producir mapas derivados que pueden representar situaciones reales o escenarios hipotéticos o simulados de gran utilidad. (López et al., s.f., p.1)

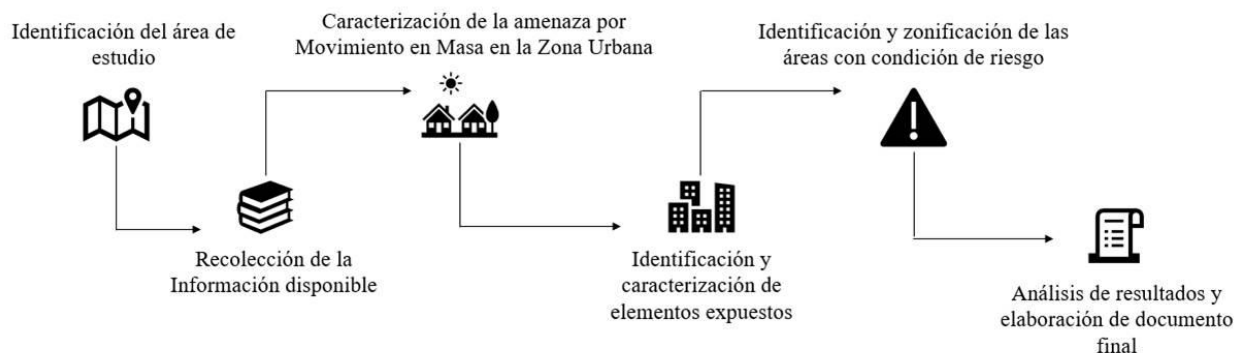
Zonificación: Es la representación cartográfica de áreas con características homogéneas. Debe realizarse bajo el sistema de coordenadas oficial definido por la autoridad cartográfica nacional y su precisión estará dada en función de la escala de trabajo. (Presidente de la República de Colombia, 2014, p.3)

1.11 Metodología

El proceso metodológico para llevar a cabo la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa para la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali, se basa principalmente en lo expuesto en el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014) y en la Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal del año 2015, para llegar a las áreas con condición de riesgo, pasando por varias etapas que nos permita llegar a los resultados y dar cumplimiento a los objetivos. A continuación, se describe cada una de las etapas necesarias para desarrollar el presente estudio (ver figura 2):

Figura 2.

Flujo metodológico para la obtención de los resultados.



Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que los municipios en el marco de la revisión o formulación del POT, deben incluir o abordar las siguientes temáticas:

- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo mediante el cruce de las áreas identificadas como de amenaza alta y las áreas ocupadas o edificadas que contienen elementos expuestos (viviendas, vías, equipamientos e infraestructura de servicios públicos).

- Elaborar cartografía sobre delimitación de áreas con condición de amenaza alta o condición de riesgo.
- Determinar para estas áreas que se definen con condición de amenaza o con condición de riesgo la realización de estudios de detalle.

Como lo establece el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014) y así mismo se establece en la Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal. Con base en la presente argumentación, se realiza la elaboración del presente estudio.

1.11.1 Identificación del área de estudio

Analizando la ocurrencia de diferentes eventos de movimiento en masa en el municipio de Santiago de Cali, principalmente en su área urbana, se selecciono para el desarrollo del presente estudio.

1.11.2 Recolección de la información disponible

Se recolecto la información del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Santiago de Cali adoptado mediante el Acuerdo 0373 de 2014 y de la cartografía base (cartografía predial o catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC del año 2017 y elementos expuestos de la cartografía proveniente del POT) y cartografía temática (categorías de zonificación por movimiento en masa proveniente del POT), otro instrumento a tener en cuenta en el presente estudio fue el Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres de Santiago de Cali del año 2018, en el cual se debe mencionar que para su elaboración se utilizó el POT vigencia 2014.

Cabe resaltar que la información correspondiente a los elementos expuestos fue actualizada con la ayuda de imágenes satelitales actuales de los meses de junio y julio del año 2021 en la herramienta de Google Earth y de esta manera poder contar con la información necesaria para realizar la caracterización del escenario de riesgo por movimiento en masa en el área de estudio.

1.11.3 Caracterización de la amenaza por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali

La presente caracterización de la amenaza por movimiento en masa se realizó a partir de los instrumentos de planificación territorial de Santiago de Cali (POT - 2014 y PMGRD - 2018), tomando como soporte metodológico la Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal del año 2015, página 25.

Se delimitaron las áreas en categoría de amenaza alta por movimiento en masa a partir de la cartografía temática obtenida del Plan de Ordenamiento Territorial en la zona urbana del área de estudio, cabe aclarar que esta información es generada a una escala 1:5.000 según lo indicado en el Acuerdo 0373 de 2014 y así mismo que la cartografía de amenaza por movimiento en masa es obtenida de diferentes fuentes de información según el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, integración y armonización de los resultados de diversos estudios y revisiones realizadas entre 1992 y 2012.

Es de resaltar que la guía menciona la categoría de amenaza media en donde la revisión o expedición del POT proponga cambios de densidad o cambios en usos del suelo que puedan generar o incrementar el riesgo en la zona. Sin embargo, para el presente estudio no aplica la

categoría de amenaza media ya que el POT de la ciudad de Santiago de Cali es del año 2014 y no se le ha realizado ninguna modificación o ajuste a la fecha.

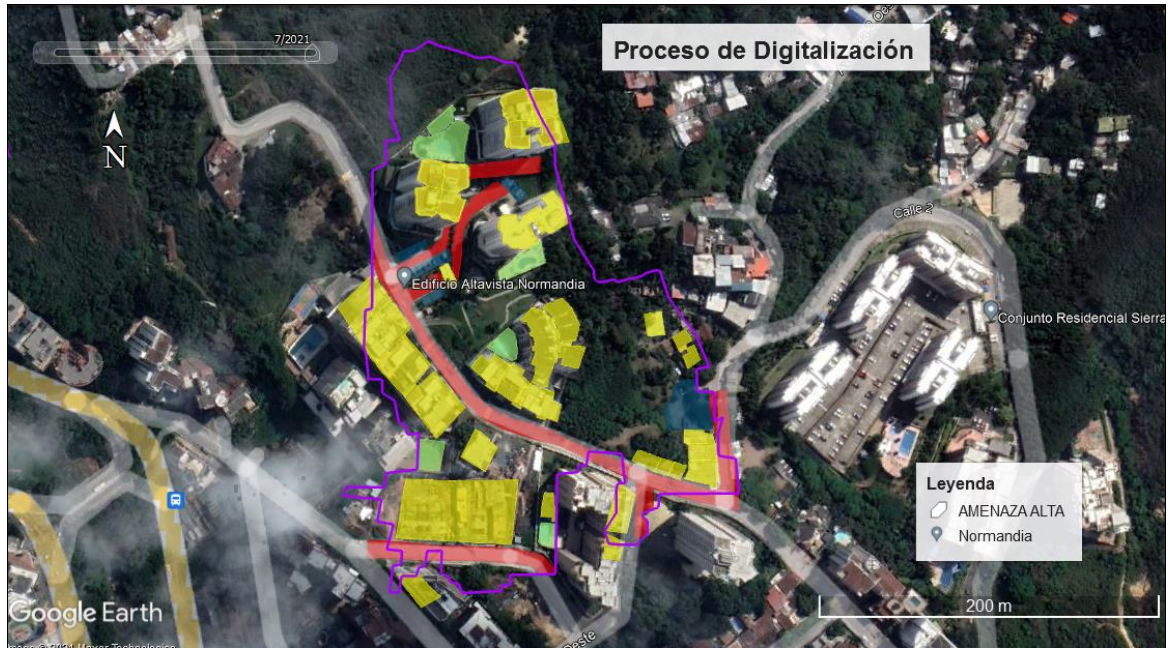
1.11.4 Identificación y caracterización de los elementos expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali

De acuerdo con la guía metodológica elaborada por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, una vez se realice la identificación, zonificación y categorización de la amenaza, se procede a reconocer y clasificar aquellos elementos expuestos que se encuentran localizados al interior de estas áreas.

La clasificación de los elementos expuestos se realizó con base en lo dispuesto en el proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá, formulado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) en el año 2017.

La información referente a elementos expuestos para el área de estudio se identificó teniendo en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali del 2014, así como la cartografía catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) del año 2017, también se usaron imágenes satelitales de los meses de junio y julio de 2021, para obtener los elementos expuestos por la amenaza de movimiento en masa como se puede observar en la figura 3, en donde se delimita el área en amenaza alta con una línea de color morado y dentro de este polígono todos los elementos expuestos observando de color amarillo (residencial y comercio), rojo (vías), verde (deportivo y recreativo) y azul (parqueaderos).

Figura 3.
Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Google Earth, 2021

En este orden de ideas en el presente estudio se identificaron como elementos expuestos los equipamientos urbanos, las líneas vitales y las zonas ocupadas.

Equipamientos urbanos: A continuación, se clasifican estos equipamientos en la tabla 3.

Tabla 3
Clasificación y componentes de equipamientos urbanos

Clasificación		Uso - Componentes
Bienes físicos	Edificaciones	Salud (pública/privada)
		Seguridad
		Emergencia
		Educación
		Institucionales
		Gubernamentales
		Centros comerciales
		Industria



	Residencial y comercio
Líneas vitales	Vías
	Puentes vehiculares
	Puentes peatonales
	Líneas de acueducto, alcantarillado y gas (tuberías)
	Redes eléctricas y comunicaciones
Personas	Población

Fuente: Adaptada del Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia (2016).

Líneas vitales: A partir de la identificación de áreas con amenaza alta por movimiento en masa, se realizó el cruce o la superposición de estas áreas con los diferentes tipos de líneas vitales, las cuales están conformadas por diferentes categorías y se clasifican en los siguientes grupos ya mencionados en la anterior tabla de manera general, sin embargo, a continuación, se realizan unas especificaciones:

Tabla 4
Categoría y tipos de líneas vitales

Categoría	Tipos de líneas vitales
Red de acueducto	Línea principal gravedad aducción, línea principal gravedad conducción, línea principal red matriz, red menor, línea lateral.
Red de alcantarillado	Interceptor, colector, alivio, sifón invertido, emisario final, domiciliaria, sumidero, industrial, institucional.
Red vial	Vías arterias principales, vías arterias secundarias, vías colectoras, vías locales.
Red eléctrica	Red eléctrica
Red de gas natural	Red de gas natural

Fuente: Adaptada del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (2017).

Cabe resaltar que la red de acueducto, red de alcantarillado, red eléctrica y gas natural están incluidas dentro de las zonas ocupadas categorizadas como edificaciones y no se especifican individualmente debido a que en la cartografía presente en los instrumentos de planificación territorial (POT y PMGRD) no se encuentran capas georreferenciadas de la localización y distribución espacial de estas redes, por lo cual se asume que se encuentran dentro de la categoría ya mencionada.

Además de los equipamientos urbanos y las líneas vitales, se debe tener presente dentro los elementos expuestos las zonas ocupadas, como se define a continuación:

Zonas ocupadas: A partir de la delimitación y zonificación de áreas con amenaza alta por movimiento en masa, se realizó el cruce o superposición de las áreas de amenaza alta con las zonas ocupadas o edificadas.

A continuación, después de categorizar las áreas con amenaza alta por movimiento en masa y obtener los diferentes tipos de elementos expuestos se procede a realizar el cálculo de áreas con condición de riesgo.

1.11.5 Identificación y zonificación de las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa

Con fundamento en la delimitación y zonificación de áreas con amenaza alta por movimiento en masa y en la determinación de elementos expuestos, se delimitan y zonifican las áreas con condición de riesgo, a fin de priorizar las áreas en las cuales se deben realizar estudios detallados.

Como indica el Decreto 1077 del 2015 (Decreto 1807 de 2014), la identificación de las áreas con condición de riesgo se realizará a partir del análisis de las áreas zonificadas en categoría de amenaza alta, con la información cartográfica (predial o catastral, o delimitación de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales disponibles) que permitieron identificar la existencia de elementos expuestos, de áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como de aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales (red de acueducto, red de alcantarillado, red vial, red eléctrica, red de gas natural).

Con esta información ya mencionada anteriormente se elabora el mapa con la delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo para cada zona con sus respectivos barrios, superponiendo la zonificación de amenaza alta y la de elementos expuestos a movimientos en masa, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y obteniendo los resultados a una escala 1:5.000 que corresponde a un estudio básico de suelo urbano.

En el mapa de áreas con condición de riesgo se ve reflejado las zonas que están urbanizadas y son clasificadas como de amenaza alta por movimiento en masa en el municipio Santiago de Cali.

1.11.6 Análisis de resultados y elaboración de documento final

Después de interpretar y analizar los resultados, se elabora el documento final en el cual se incluyen conclusiones y recomendaciones, como se detalla a continuación.

2. Capítulo II. Caracterización de la amenaza por movimiento en masa para la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali a partir de información secundaria.

En el desarrollo de los objetivos específicos del presente trabajo de grado y siguiendo con las etapas de la metodología, se identificó como área de estudio la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali, se recolectó la información disponible y se cartografió cada una de las variables (amenaza alta, elementos expuestos y áreas con condición de riesgo por movimiento en masa). A continuación, se muestran los resultados obtenidos determinados por capítulos de acuerdo a los objetivos específicos planteados anteriormente en los aspectos generales:

En los estudios de áreas con condición de riesgo, es fundamental lo definido en los planes de ordenamiento territorial municipal y diferentes estudios de ordenamiento y gestión del riesgo de desastres, referente a las áreas en amenaza por movimiento en masa, sobre todo la categoría de amenaza alta, por lo cual el presente estudio se basó en el Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali - Acuerdo 0373 de 2014, así como en el Plan Municipal de Gestión de Riesgos de Desastres de Santiago de Cali de diciembre del 2018.

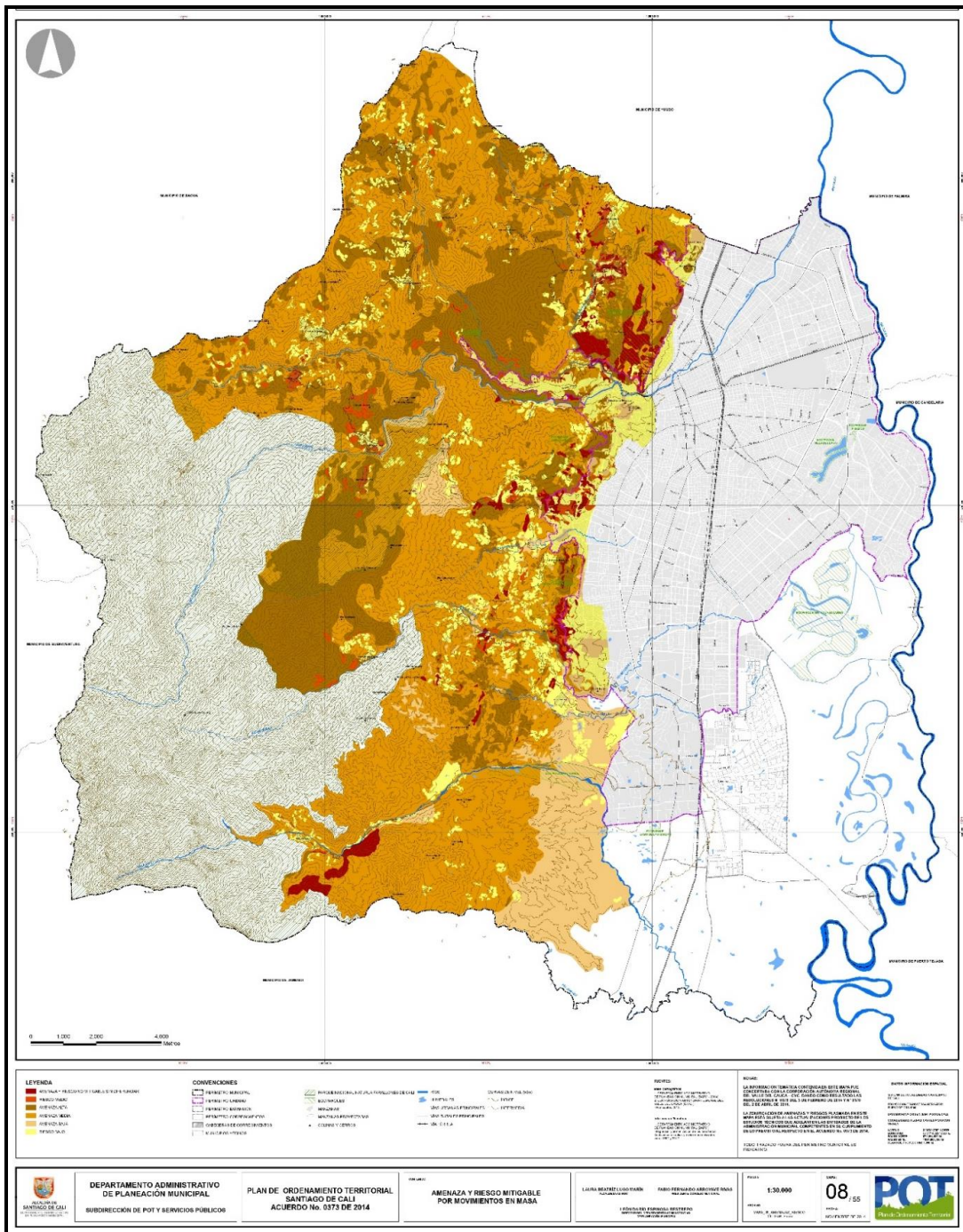
Se empleó la base de datos cartográfica en específico el mapa de amenaza por movimiento en masa (ver Figura 4); se identificó la categorización de amenaza clasificada en: alta, media y baja para el perímetro urbano de la ciudad de Santiago de Cali (ver Figura 5).

El mapa ilustrado a continuación, proviene de los estudios vigentes más actuales como lo es el POT del año 2014 y el PMGRD del año 2018, que uso la misma cartografía de amenaza del

POT, a partir de este mapa se elaboró la cartografía propia de la presente monografía (ver figura 5).

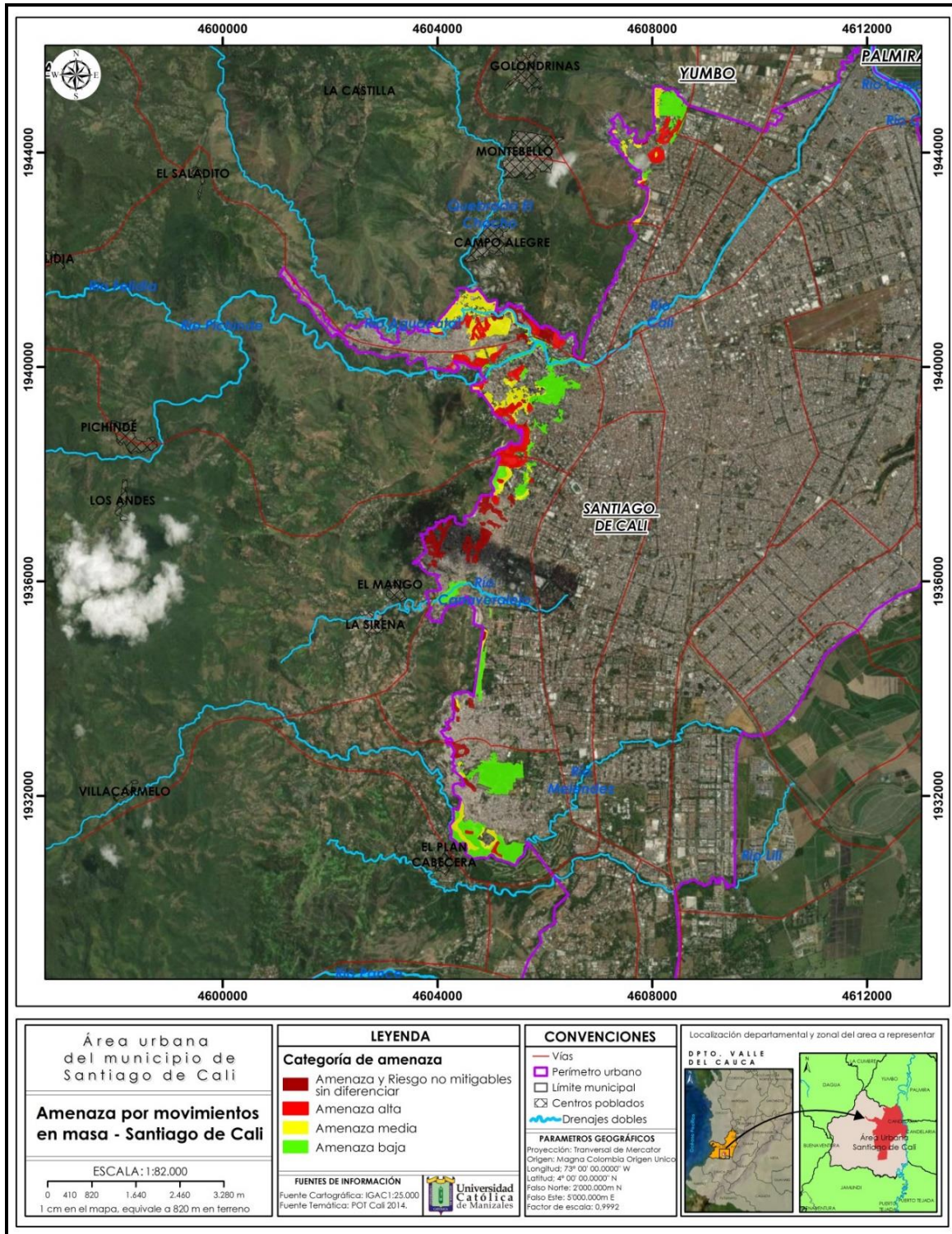
Figura 4.

Amenaza y riesgo mitigable por movimientos en masa.



Fuente: Concejo Municipal de Santiago de Cali (2014).

Figura 5.
Categorización de amenaza por movimiento en masa en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la cartografía de amenaza obtenida de los instrumentos de planeación y gestión del riesgo se presentan las siguientes estadísticas generales de áreas según su categoría de amenaza:

Tabla 5.

Categorización de amenaza, área (m² / ha) y porcentaje expuesto por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.

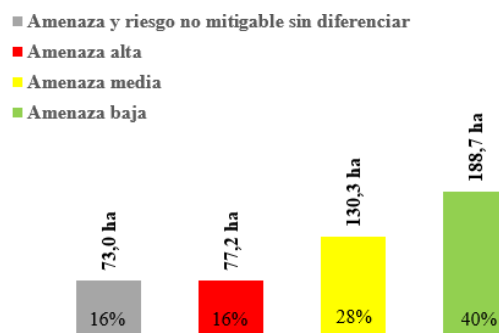
Categoría de amenaza por movimientos en masa			
Categoría de la amenaza	Área (m²)	Área (ha)	Porcentaje
Amenaza y riesgo no mitigable sin diferenciar	730052	73,01	16%
Amenaza alta	772231	77,22	16%
Amenaza media	1303034	130,30	28%
Amenaza baja	1887550	188,75	40%
Total:	4692866,48	469,29	100%

Fuente: Elaboración propia con base al Plan de Ordenamiento Territorial - Acuerdo 0373 del 2014.

Siendo la categoría de amenaza baja la cual predomina con un 40% (188,75 ha) del área de estudio, seguidamente se encuentra la amenaza media con un 28% (130,30 ha) y en las categorías con menos áreas representativas se encuentra la manaza alta y amenaza y riesgo no mitigable sin diferenciar con un 16% cada una (ver tabla 4 y figura 6).

Figura 6.

Gráfico de categorización de amenaza, áreas (ha) y porcentajes expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.



Fuente: Elaboración propia

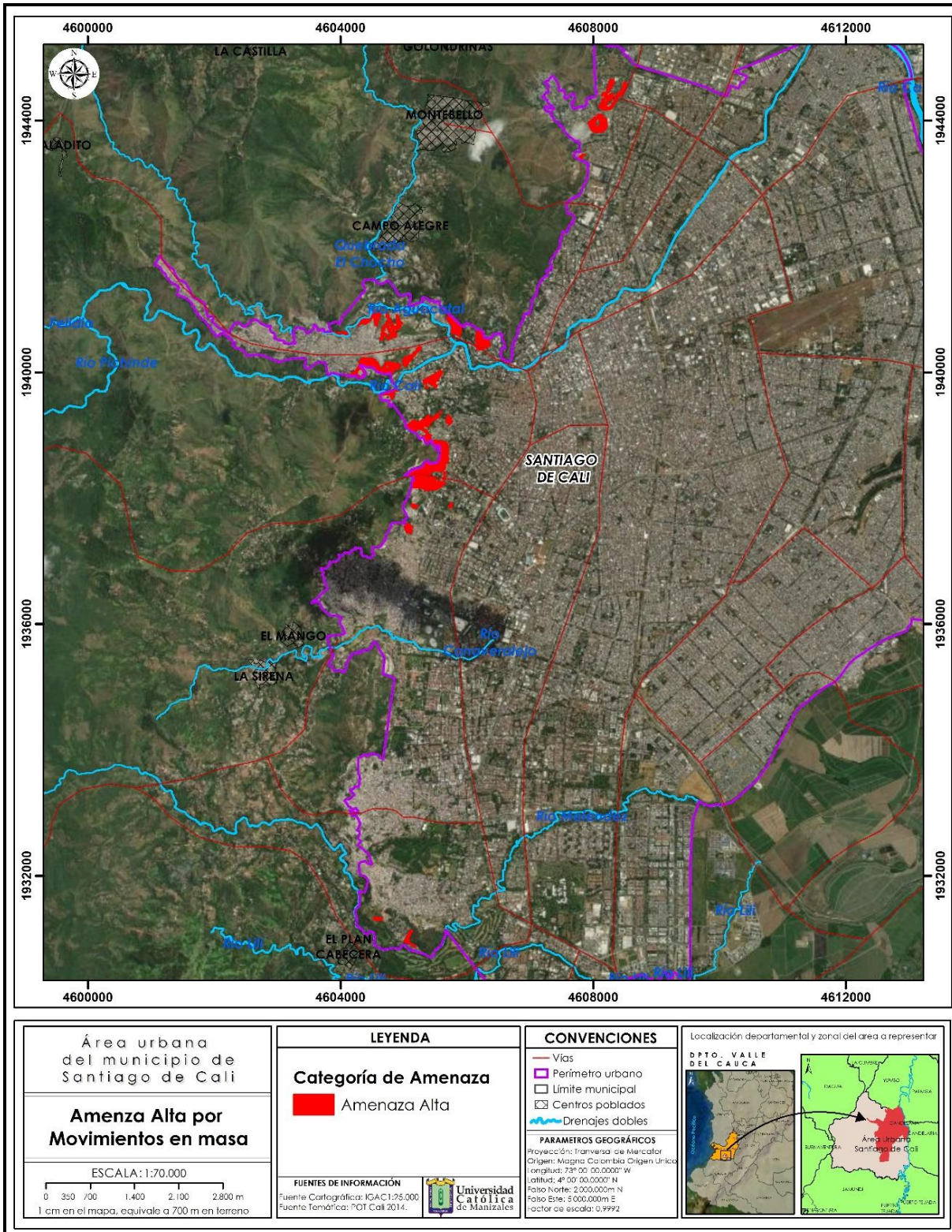
A partir de esta categorización se delimito las áreas en amenaza alta por movimiento en masa objeto de este estudio (Ver Figura 7) y se identifican específicamente las zonas que presentan amenaza alta por movimiento en masa, para poder representar cartográficamente y visualizar la información se clasificaron o dividieron en 3 zonas de amenaza alta enumeradas así: zona 1, zona 2 y zona 3 como se muestra en la figura 8. A continuación se menciona cada una de las zonas con su respectiva localización y barrios que la componen:

- ✓ Zona 1 se encuentra localizada en el Norte de Santiago de Cali y presenta amenaza alta en los barrios Menga, El Bosque y La Campiña (Ver Figura 9).
- ✓ En la zona 2 se encuentra localizada en el Oeste de Santiago de Cali y presenta amenaza alta en los barrios Aguacatal, Terron Colorado, Normandia, Arboledas, Santa Rita, Santa Teresita, Bellavista, El Martiñal, Tejares - Cristales, Sector Altos de Santa Isabel y Belén (Ver Figura 10).
- ✓ La zona 3 se encuentra localizada en el Sur de Santiago de Cali y presenta amenaza alta en el barrio Polvorines (Ver Figura 11).

En la tabla 5 se presentan los barrios, las áreas (m² / ha) y los porcentajes expuestos a amenaza alta por movimiento en masa, los cuales deben ser priorizados por el municipio para el desarrollo de estudios detallados. Se evidencia que la zona 2 contiene el mayor porcentaje de áreas en amenaza alta por movimiento en masa con un 84% y un área de 65 hectáreas (ha), la cual cubre 11 barrios de la zona urbana de Santiago de Cali. En cuanto a las zonas 1 y 3 tienen un porcentaje expuesto del 16%, para un área total de 12,15 hectáreas (ha), estas zonas incluyen 4 barrios de la zona urbana del municipio.

Figura 7.

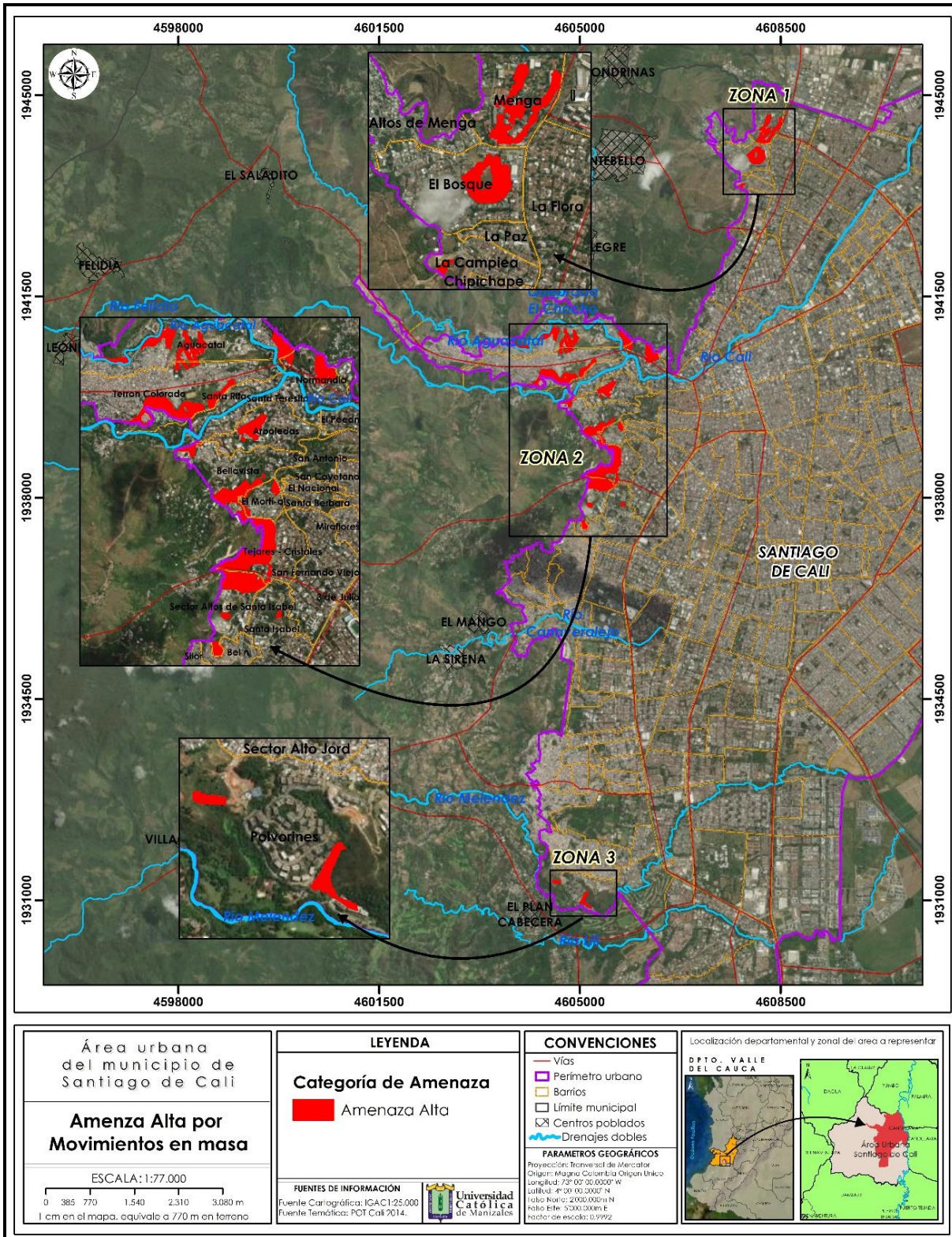
Amenaza alta por movimiento en masa en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8.

Amenaza alta por movimiento en masa en el área de estudio dividido en zonas 1, 2, y 3.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.

Clasificación de zonas y barrios, área (m² / ha) y porcentaje expuesto por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.

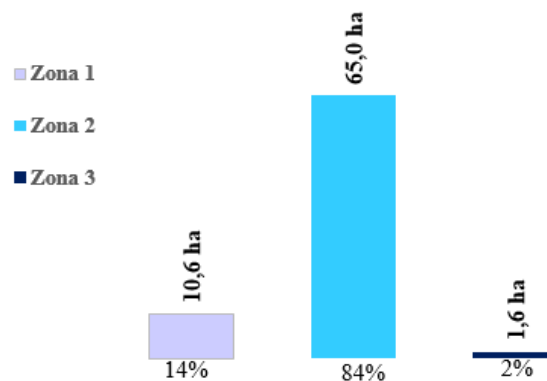
Amenaza alta por movimiento en masa				
Zonas	Barrios	Área (m²)	Área (ha)	Porcentaje
Zona 1	Menga, El Bosque y La Campiña	105996	10,60	14%
Zona 2	Aguacatal, Terron Colorado, Normandia, Arboledas, Santa Rita, Santa Teresita, Bellavista, El Martiñal, Tejares - Cristales, Sector Altos de Santa Isabel y Belén	650728	65,07	84%
Zona 3	Polvorines	15507	1,55	2%
Total:		772230,66	77,22	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se representa gráficamente las áreas categorizadas en amenaza alta por movimientos en masa, según las zonas en las que se dividieron (1, 2,3), de las cuales es de resaltar la zona 2 dado que contiene más barrios en amenaza alta.

Figura 9.

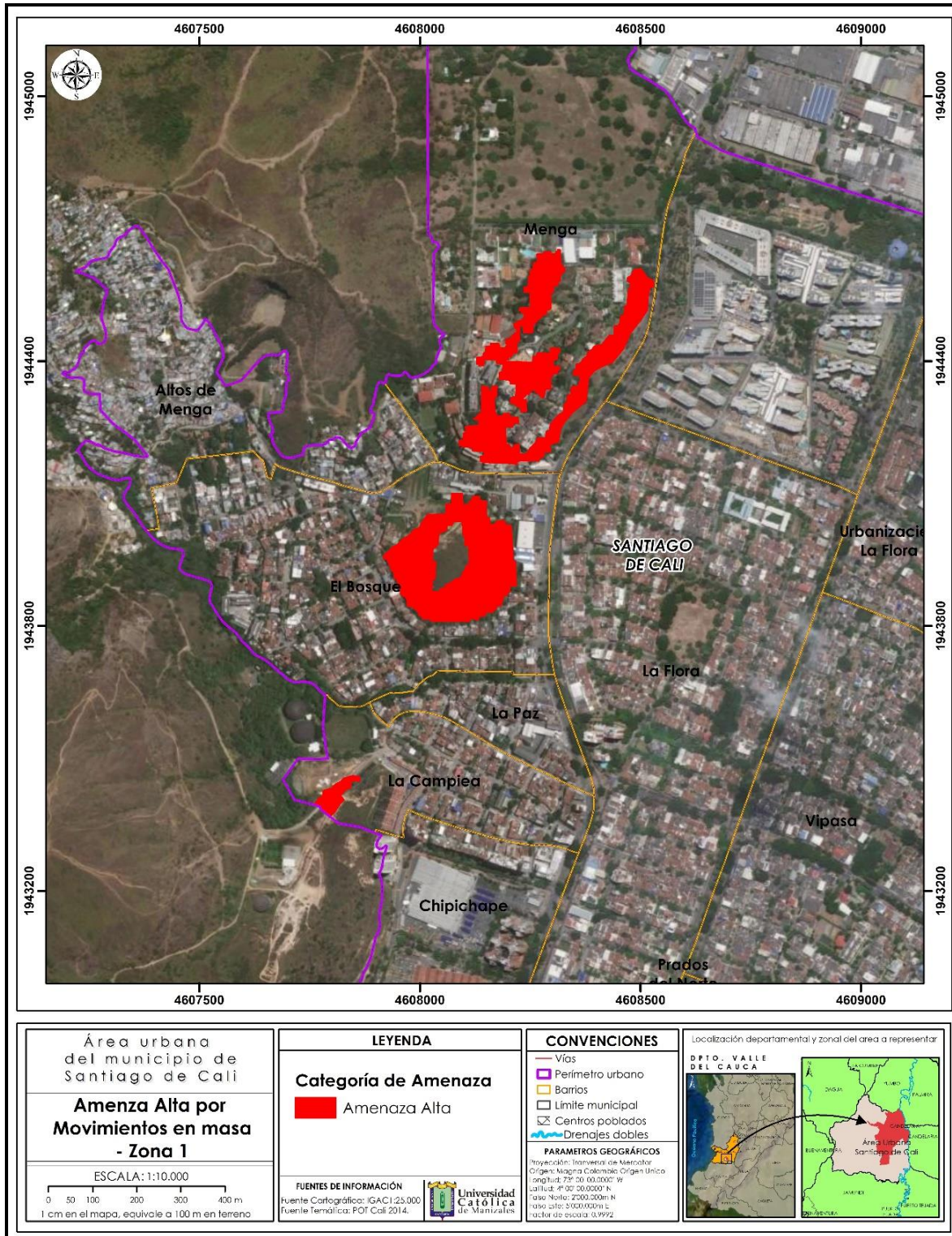
Gráfico de clasificación de zonas, áreas (ha) y porcentajes expuestos por movimiento en masa en la zona urbana de Santiago de Cali.



Fuente: Elaboración propia

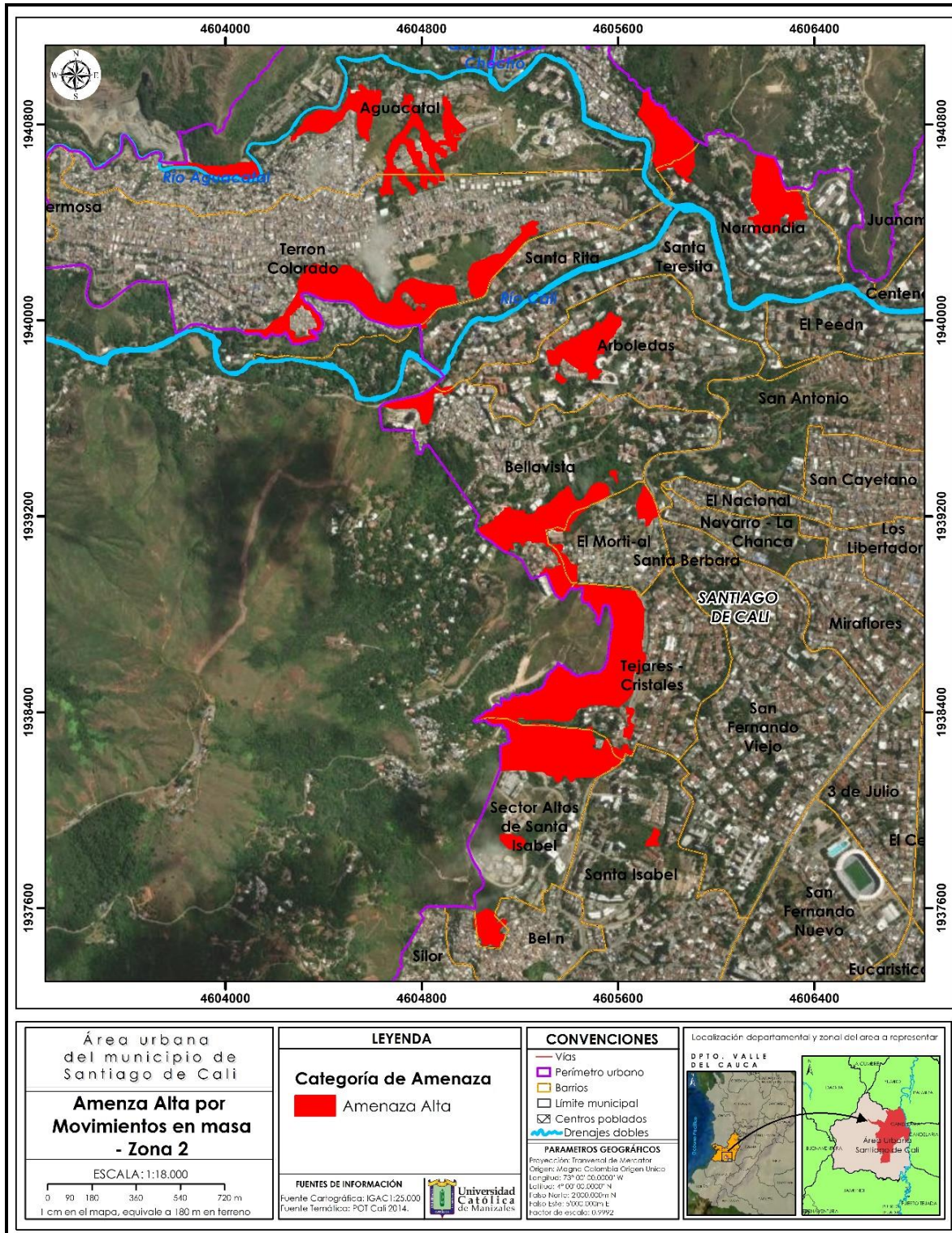
A continuación, se presentan en las figuras 10, 11 y 12 la cartografía con cada una de las zonas en amenaza alta por movimiento en masa en el área urbana de Santiago de Cali.

Figura 10.
Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



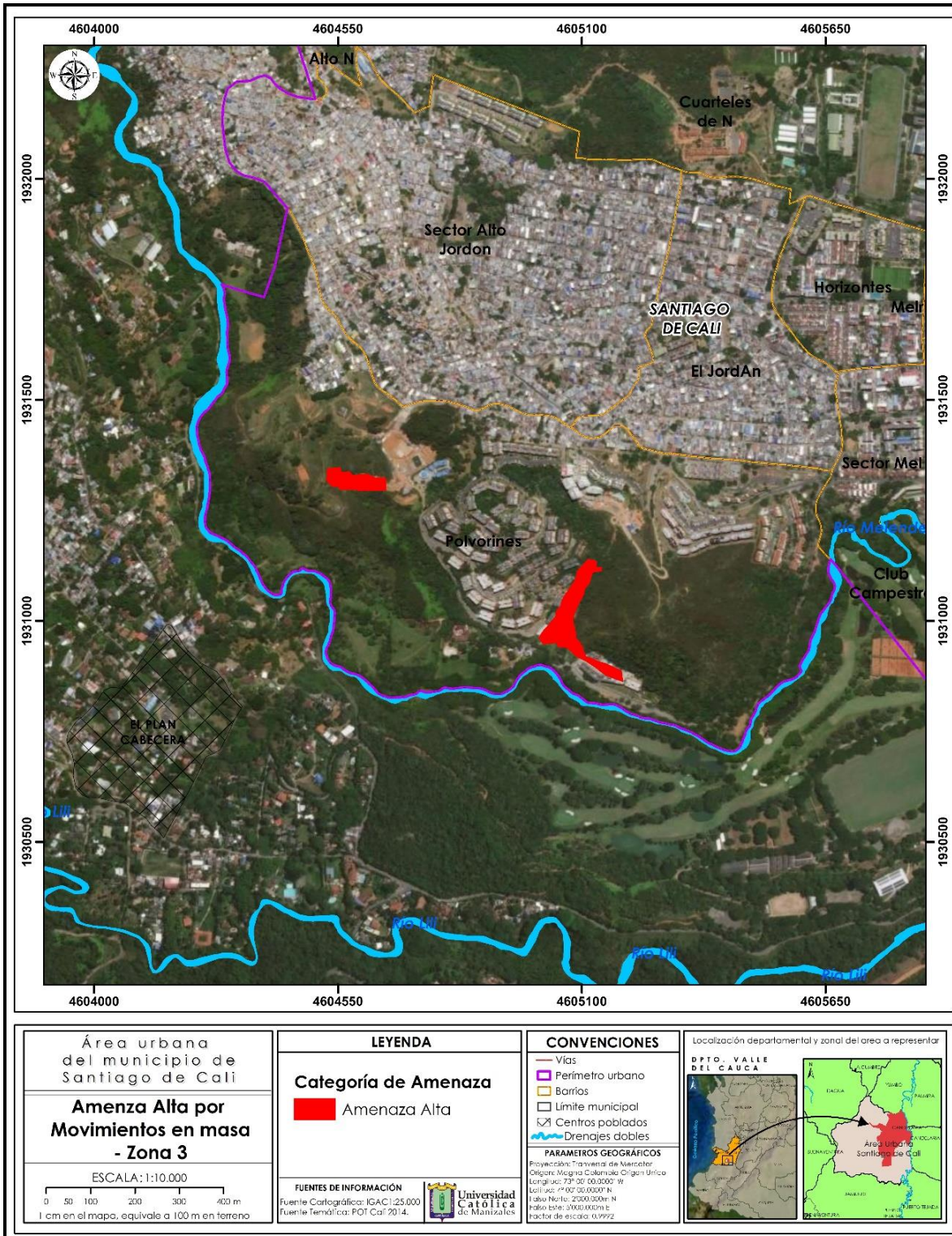
Fuente: Elaboración propia

Figura 11.
Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12.
Amenaza alta por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

3. Capítulo III. Identificación y caracterización de los elementos expuestos por movimiento en masa localizados en las zonas de amenaza alta.

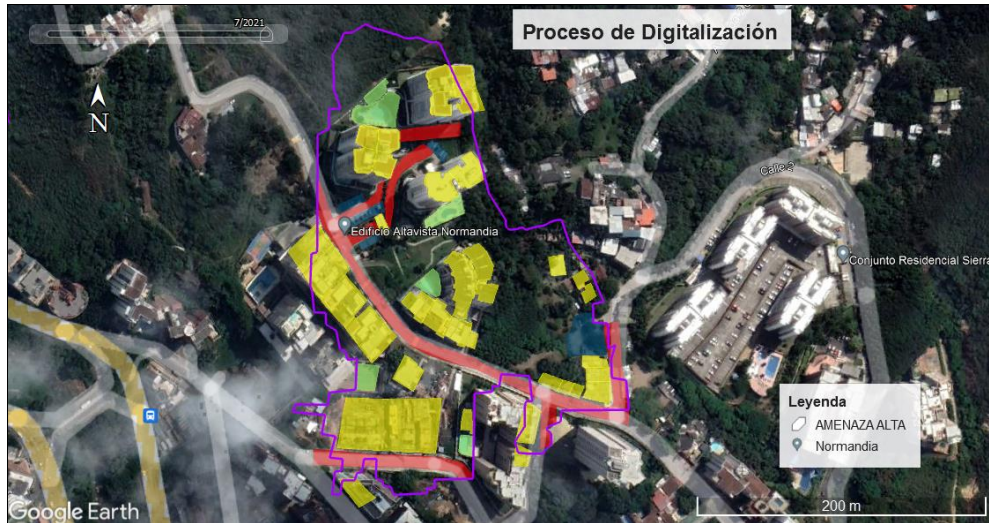
Teniendo en cuenta la información expuesta en el anterior capítulo sobre las áreas que se encuentran en amenaza alta por movimiento en masa, se procede a continuación a delimitar los elementos expuestos (Según definición de la UNGRD refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales, recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza), los cuales se determinan al superponer estos con la amenaza alta ya tratada en el anterior capítulo, el resultado expresa las áreas con condición de riesgo.

En este sentido, es necesario traer a colación el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014); donde se plantea textualmente que: “La identificación de las áreas con condición de riesgo se realizará a partir del análisis de las áreas zonificadas como de amenaza alta en los estudios básicos, con la información cartográfica (predial o catastral, entre otras) disponible que permita identificar la existencia de elementos expuestos, de áreas urbanizadas, ocupadas o edificadas así como de aquellas en las que se encuentren edificaciones indispensables y líneas vitales”.

Utilizando diferentes herramientas (ArcGis, Google Earth, portal web del IGAC) se obtuvo la información catastral y de cantidad de habitantes, la cual permitió determinar la cantidad de elementos expuestos que se encuentran en el área urbana de Santiago de Cali. A continuación, se ilustra la verificación de información catastral y del POT, con imágenes satelitales actuales para determinar con exactitud los elementos que se encuentran expuestos ante este fenómeno de movimiento en masa.

Figura 13.

Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales (Fecha: Julio de 2021) Zona 2 - Barrio Normandía.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Google Earth, 2021

Figura 14.

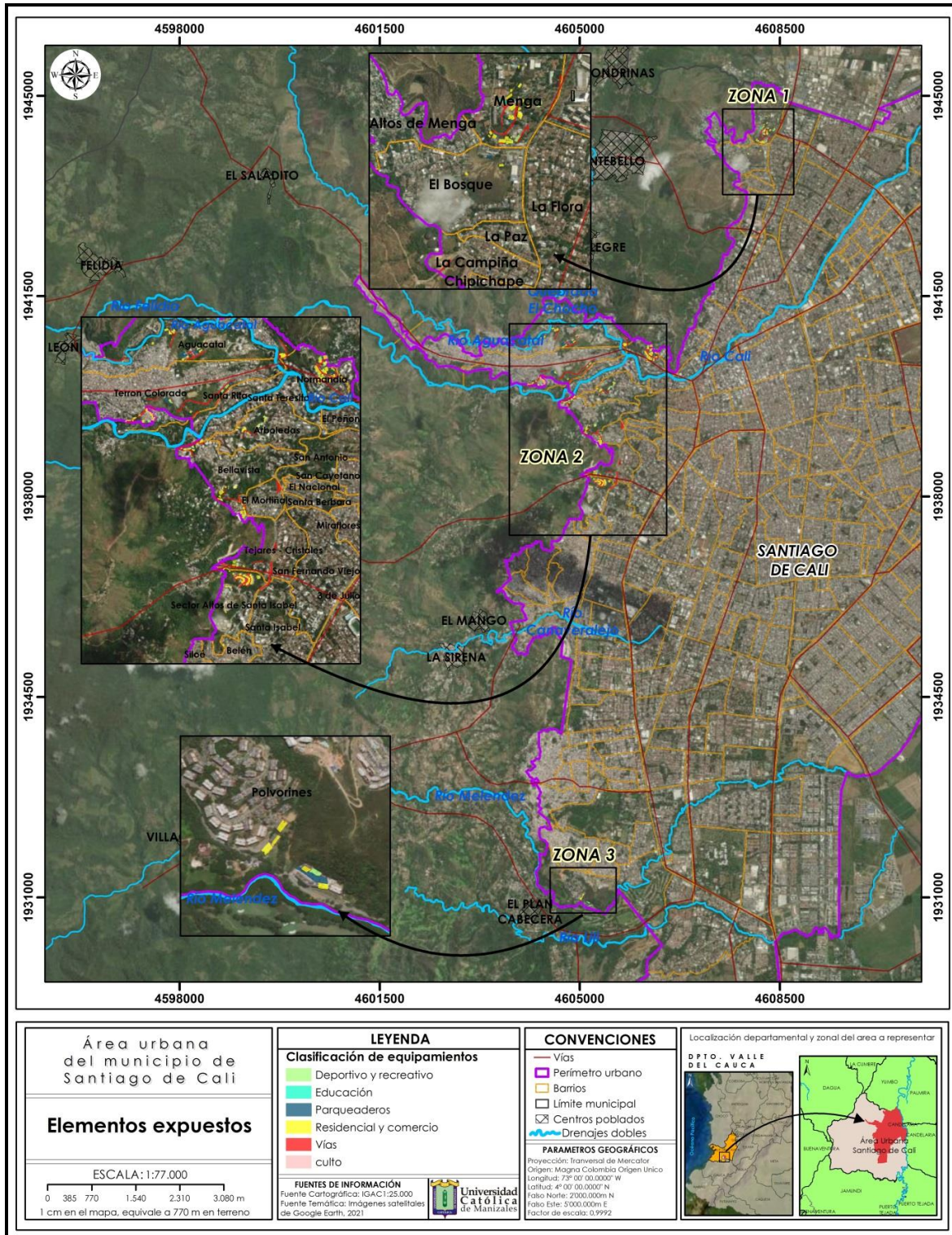
Proceso de digitalización de elementos expuestos con la ayuda de imágenes satelitales actuales (Fecha: Junio de 2021) Zona 3 - Barrio Polvorines.



Fuente: Elaboración propia con base en información de Google Earth, 2021

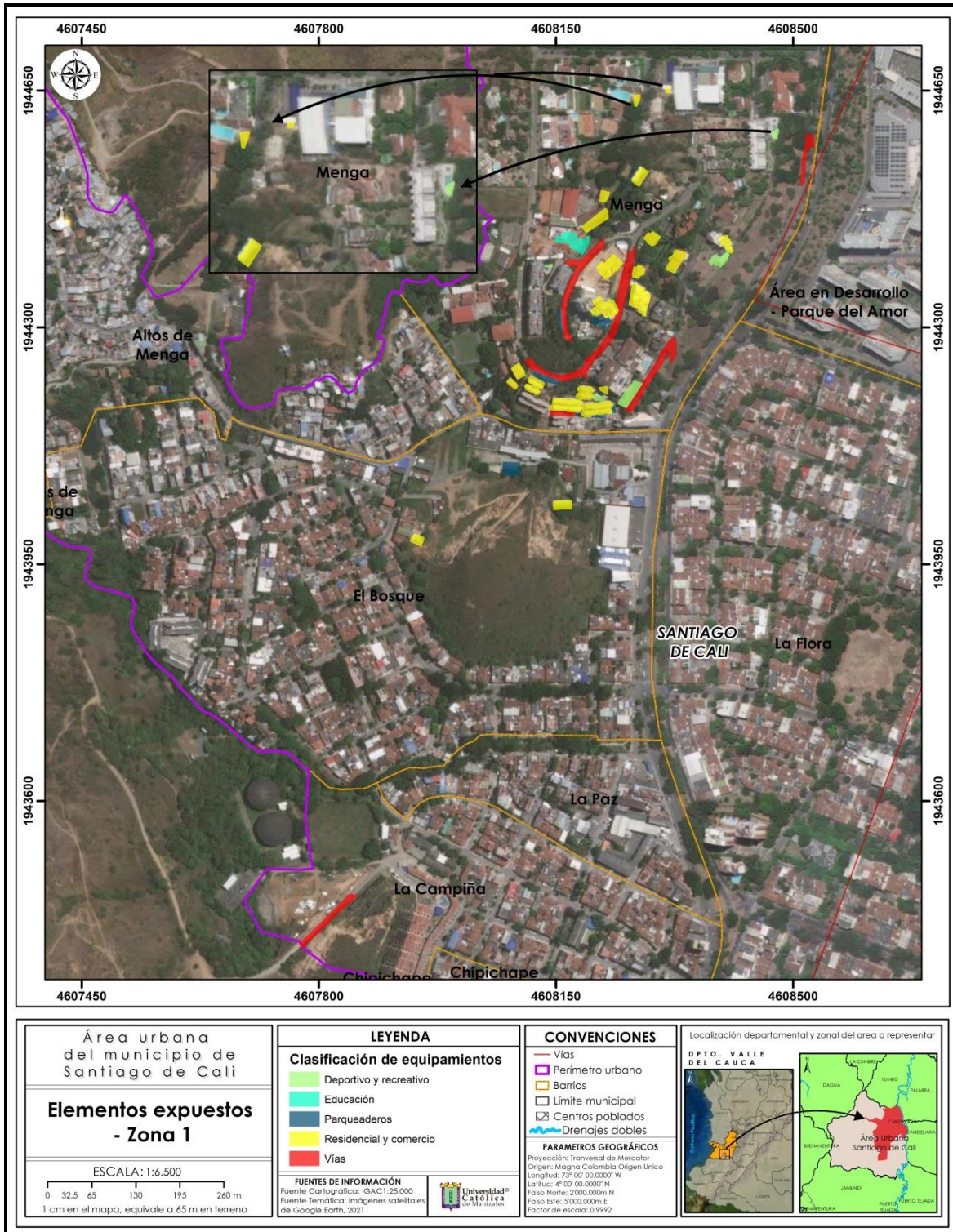
Con la verificación y delimitación de los elementos expuestos a continuación, se ilustra la cartografía de cada una de las zonas en las que se dividió el área de estudio para su correcta representación cartográfica, iniciando con el mapa general de elementos expuestos y después uno por cada zona:

Figura 15.
Elementos expuestos por movimiento en masa clasificado por zonas del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali – Mapa General.



Fuente: Elaboración propia

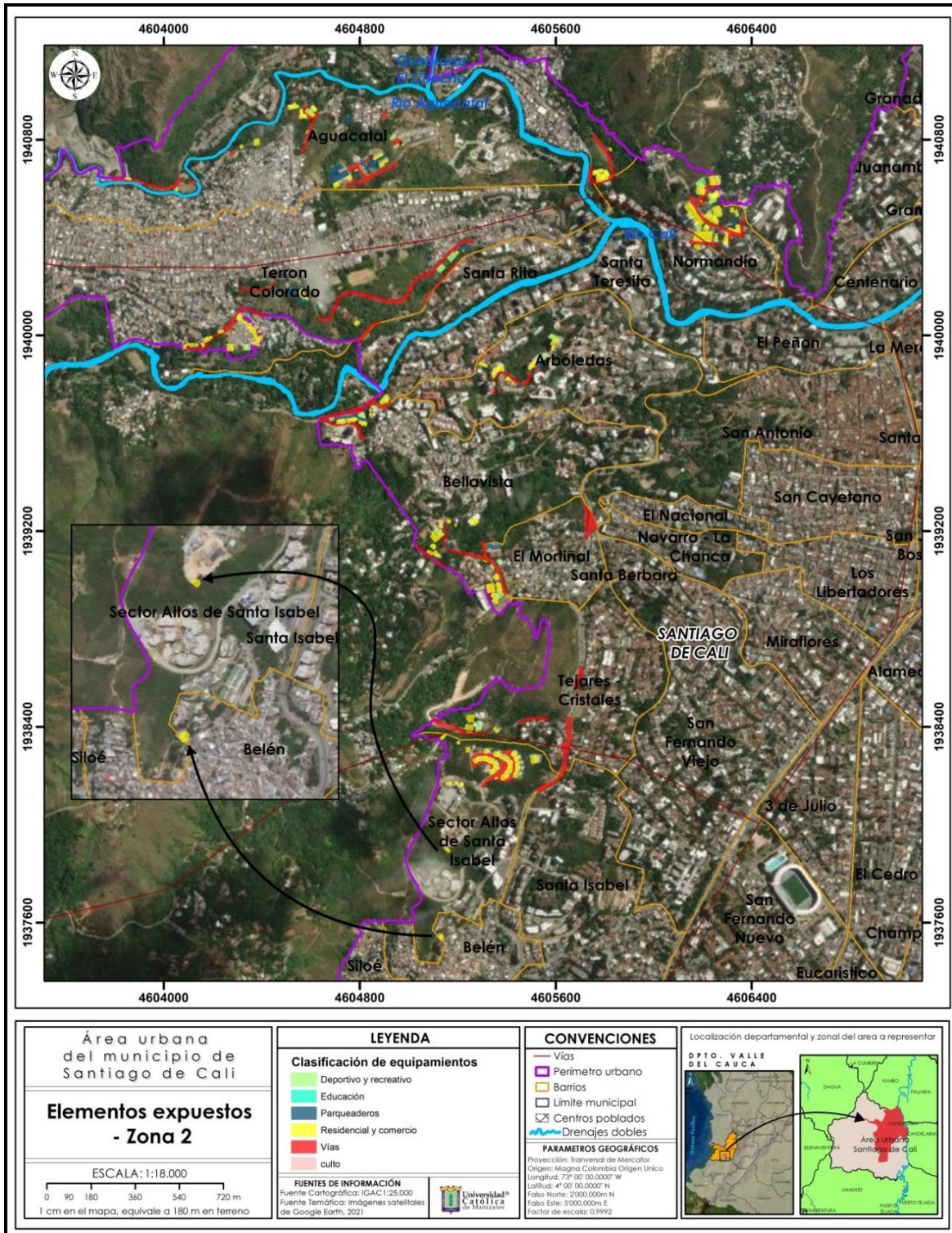
Figura 16.
Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17.

Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18.
Elementos expuestos por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.

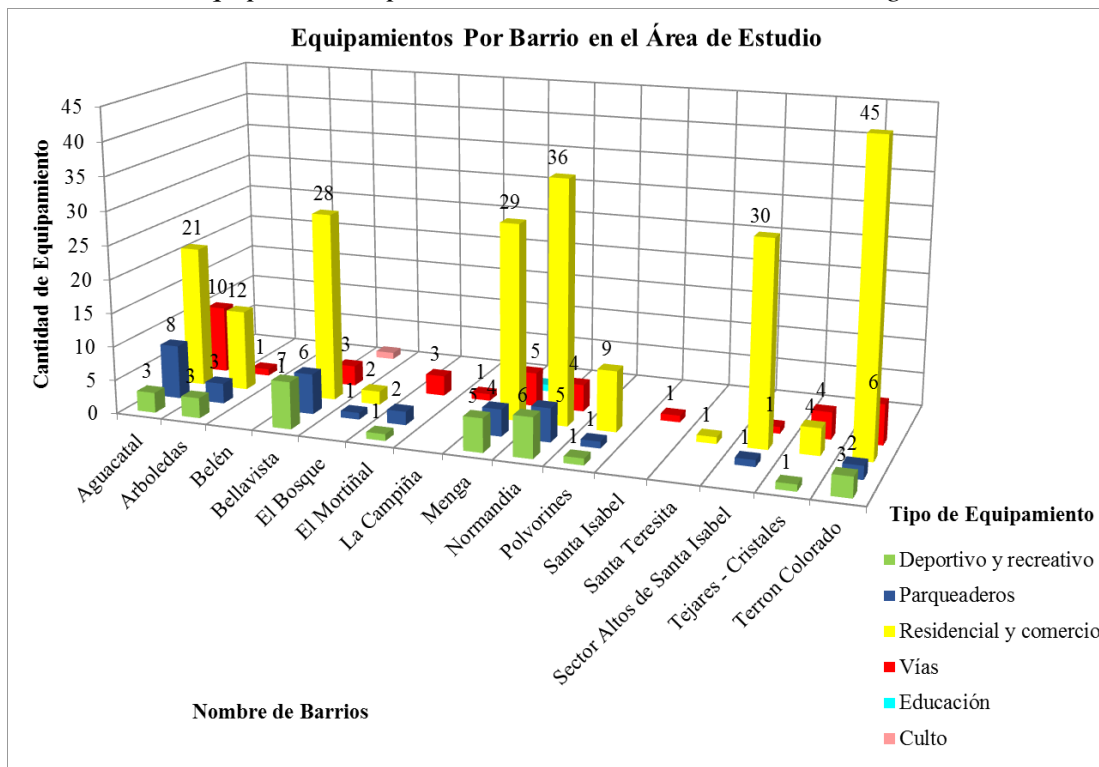


Fuente: Elaboración propia

En total se identificaron 322 equipamientos de diferentes tipos dentro de los que prevalece con mayor número los equipamientos residencial y comercio (que hacen referencia en el lugar de estudio en su mayoría a edificaciones de más de un piso de altura) con una cantidad de 218 (**67,702%**), en barrios como Terrón Colorado, Sector Altos de Santa Isabel, Normandía, Menga, Bellavista y Aguacatal; en promedio entre 21 y 45 de este equipamiento por barrio. Otros equipamientos que también se categorizaron fueron: vías, deportivo y recreativo con cantidades que no superan los 10 equipamientos por jurisdicción, como se puede observar en la tabla 6 y en la figura 18.

Figura 19.

Cantidad de equipamientos por barrio en el área urbana de Santiago de Cali.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

Cantidad y porcentaje de equipamientos por barrio en el área de estudio.

Barrios	Deportivo y recreativo	Parqueaderos	Residencial y comercio	Vías	Educación	Culto	Total Equipamiento por Barrio
Aguacatal	3	8	21	10			42
Arboledas	3	3	12	1			19
Belén			1				1
Bellavista	7	6	28	3		1	45
El Bosque		1	2				3
El Mortiñal	1	2		3			6
La Campiña				1			1
Menga	5	4	29	5	1		44
Normandía	6	5	36	4			51
Polvorines	1	1	9				11
Santa Isabel				1			1
Santa Teresita			1				1
Sector Altos de Santa Isabel		1	30	1			32
Tejares - Cristales	1		4	4			9
Terrón Colorado	3	2	45	6			56
Total	30	33	218	39	1	1	322
Porcentaje	9,317%	10,248%	67,702%	12,112%	0,311%	0,311%	100%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que los elementos con mayor exposición a un fenómeno de movimiento en masa son los equipamientos residencial y comercio.

En este sentido después de caracterizar la amenaza alta por movimiento en masa e identificar y caracterizar los elementos expuestos, se procede a elaborar la zonificación de áreas con condición de riesgo.

4. Capítulo IV. Identificación de las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona urbana de la ciudad de Santiago de Cali.

Las áreas con condición de riesgo son el resultado de los elementos expuestos y la categoría de amenaza alta por movimiento en masa, una vez superpuestas estas variables como se detalló en los dos capítulos anteriores, se pasa a analizar las áreas con condición de riesgo las cuales representan 135.838 m² (13,58 Hectáreas), siendo los barrios que presentan mayor terrenos en esta condición: Aguacatal, Terrón Colorado, Normandía y Bellavista sobrepasando los 18.000 m², en cuanto a los barrios que presentan menor área se encuentran Belén, La Campiña, Santa Teresita y El Bosque, en donde los valores no superan los 900 m². En lo referente a los valores medios se encuentran los barrios Santa Isabel, Polvorines, El Mortiñal, Arboledas, Tejares – Cristales, Sector Altos de Santa Isabel y Menga, con cifras entre los 1586 m² y los 13.187 m² (ver tabla 7 y figura 16).

Tabla 8.

Cantidad y porcentaje de áreas con condición de riesgo por equipamientos y barrios en el área de estudio.

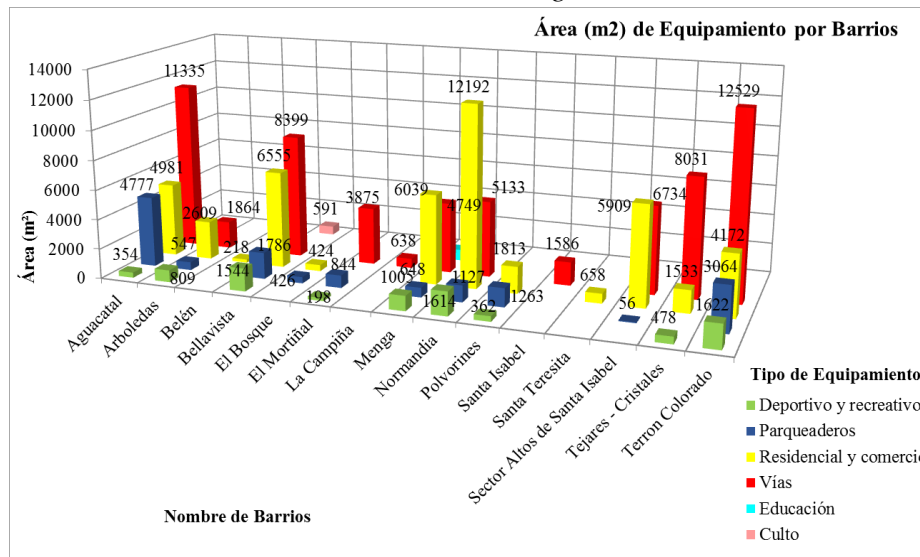
Barrios	Deportivo y recreativo	Parqueaderos	Residencial y comercio	Vías	Educación	Culto	Área (m2) por Barrios
Aguacatal	354	4777	4981	11335			21447
Arboledas	809	547	2609	1864			5829
Belén			218				218
Bellavista	1544	1786	6555	8399		591	18876
El Bosque		426	424				850
El Mortiñal	198	844		3875			4917
La Campiña				638			638
Menga	1005	648	6039	4749	745		13187
Normandía	1614	1127	12192	5133			20065
Polvorines	362	1263	1813				3438
Santa Isabel				1586			1586
Santa Teresita			658				658
Sector Altos de Santa Isabel		56	6734	5909			12698
Tejares - Cristales	478		1533	8031			10042

Terron Colorado	1622	3064	4172	12529			21388
Total	7986	14537	47928	64049	745	591	135838
Porcentaje	5,88%	10,70%	35,28%	47,15%	0,55%	0,44%	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 20.

Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa, clasificado por barrio y equipamiento en el área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



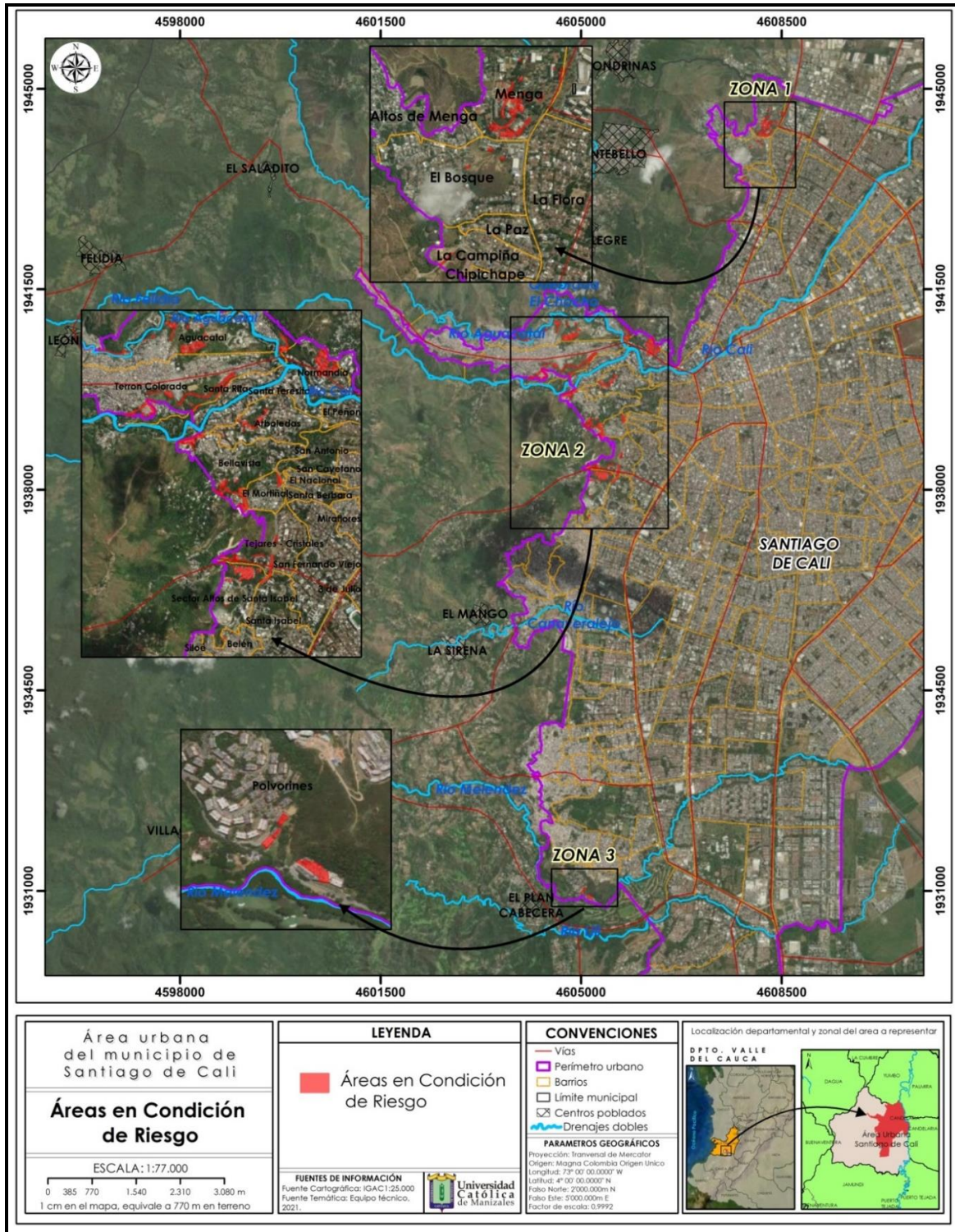
Fuente: Elaboración propia

En lo concerniente a la cantidad de áreas con condición de riesgo por equipamientos, el 47,15% (64.049 m²) del área total pertenece a vías de comunicación y el 35,28% (47.928 m²) son equipamientos residencial y comercio, siendo estos los más usados y recurrentes por las personas representando el 82,43% (111.977 m²) del área total que presenta esta connotación de condición de riesgo, el resto de equipamientos los cuales son deportivo y recreativo, parqueaderos, educación, y culto, representan el 17,58% (23.860 m²) restante del área total que son 135.838 m².

Según los resultados de este proyecto se evidencia la necesidad de generar desde las alcaldías municipales y corporaciones autónomas, estudios detallados que permitan generar medidas de mitigación de los riesgos para evitar futuras pérdidas, a continuación, se observa de la figura 21 hasta la 24 la cartografía resultante dividiendo el área de estudio en 3 zonas.

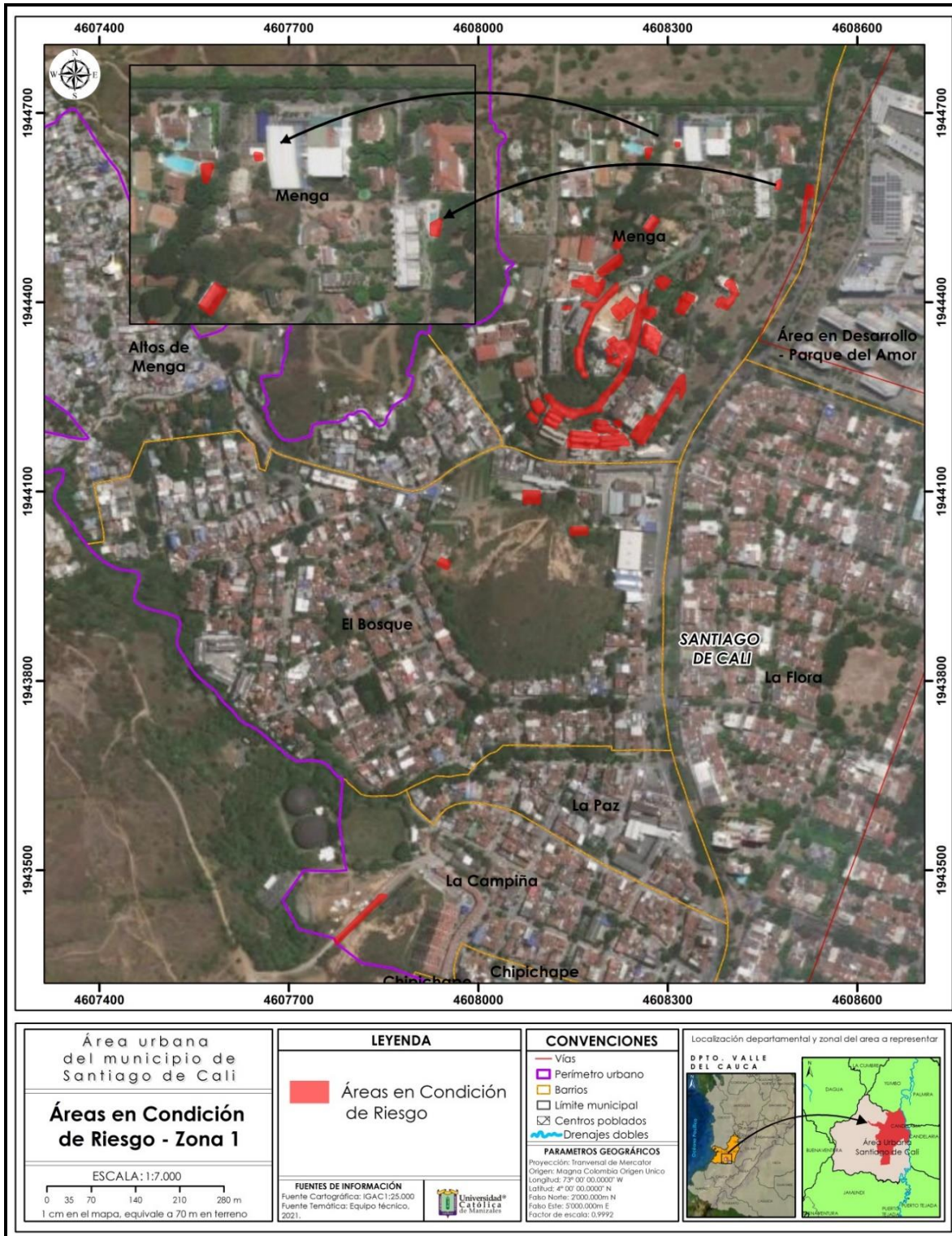
Figura 21.

Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa clasificado por zonas del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



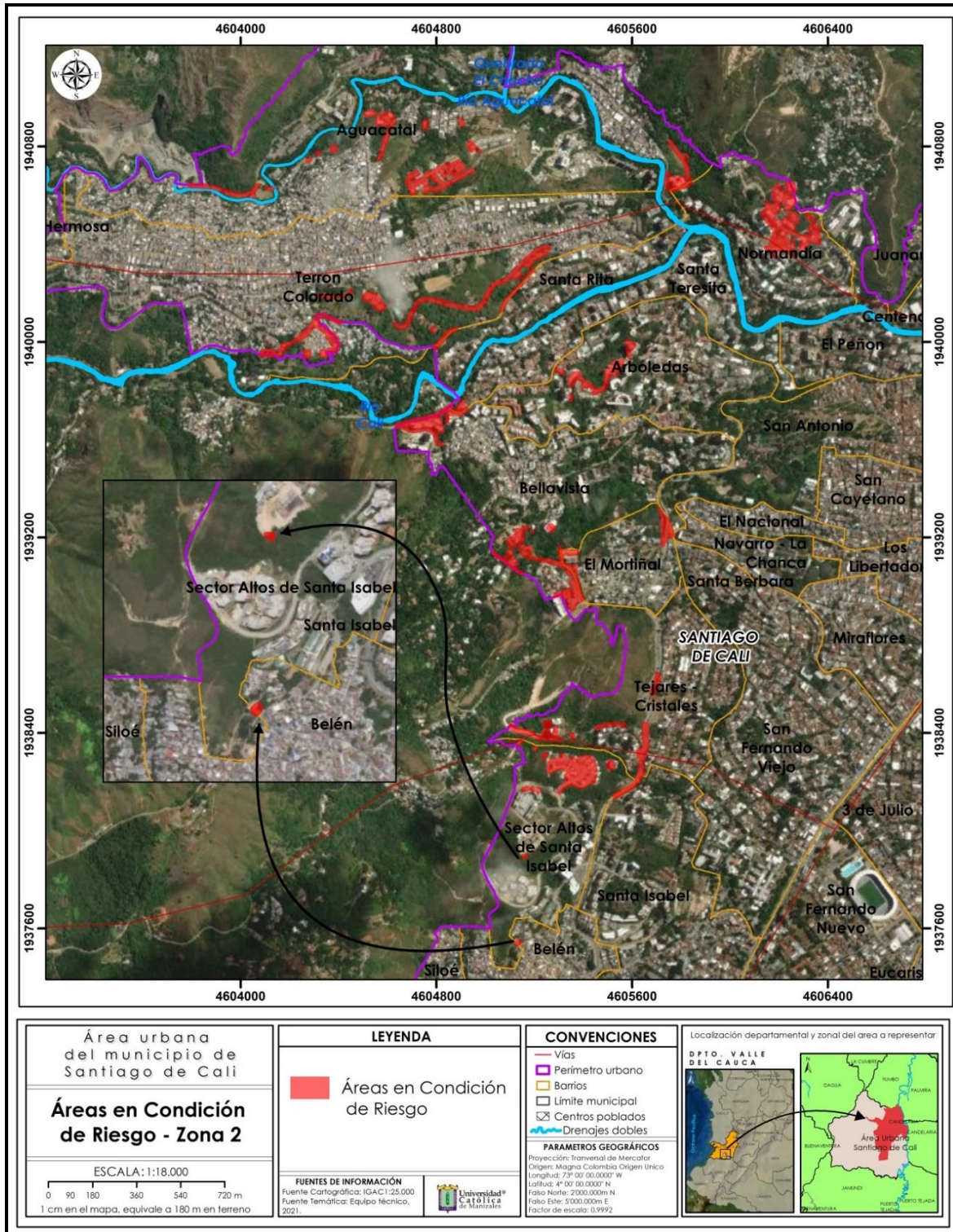
Fuente: Elaboración propia

Figura 22.
Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 1 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

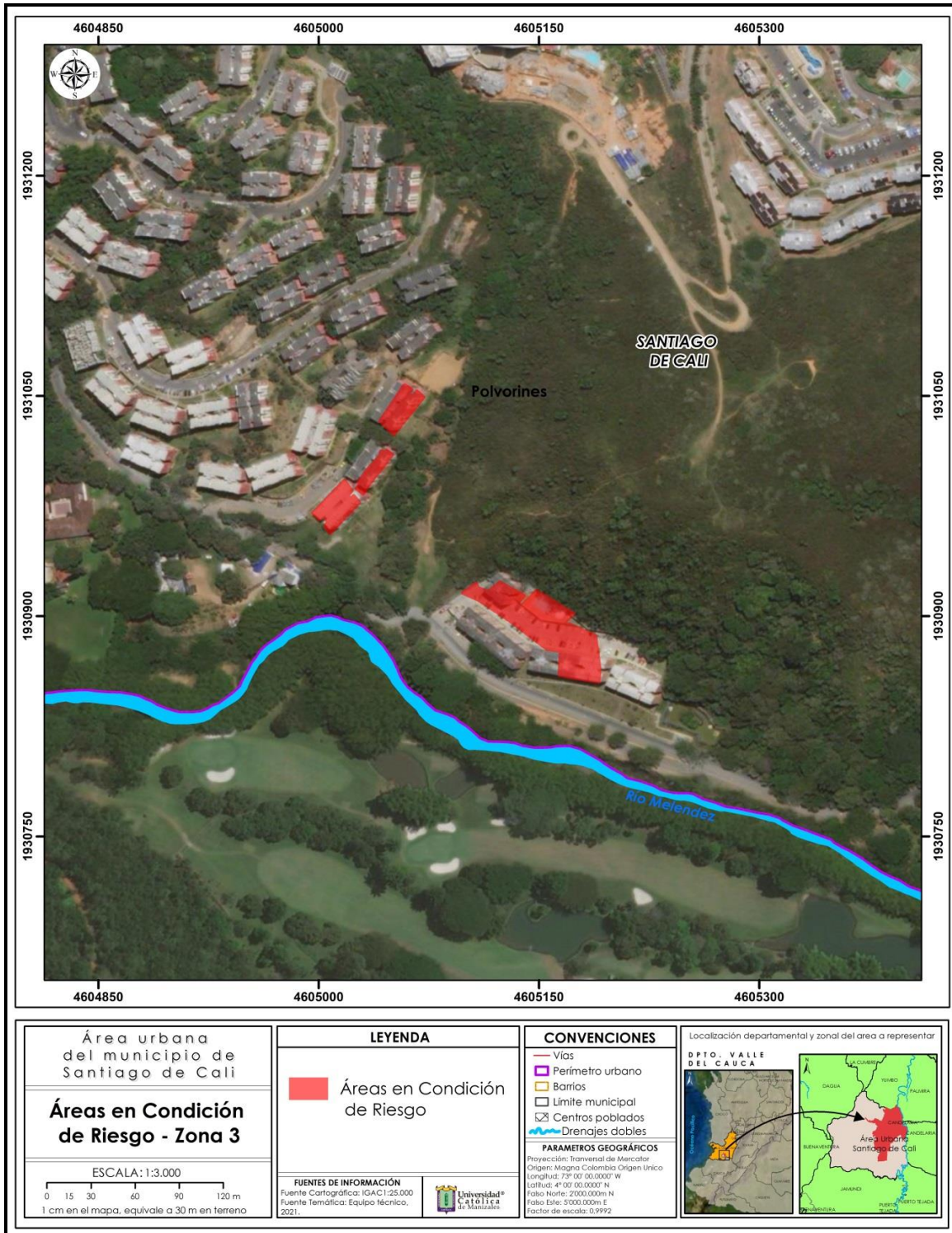
Figura 23.
Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 2 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24.

Áreas con condición de riesgo por movimiento en masa en la zona 3 del área urbana de la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

De los resultados ya expuestos hasta este apartado, es importante resaltar que existen zonas, áreas o barrios donde históricamente se han presentado fenómenos o eventos de movimiento en masa, sin embargo no se ven reflejados en los resultados como es el caso del barrio Altos de Menga; en donde existen registros de eventos recurrentes que no se encuentran categorizados en amenaza o riesgo, según los instrumentos de planificación territorial vigentes, este hecho se atribuye a que la información base de la cartografía de amenaza del POT de Cali se encuentra desactualizada. De acuerdo al Departamento Administrativo de Planeación Municipal esta información fue generada de la integración y armonización de los resultados de diversos estudios y revisiones realizados entre los años 1992 y 2012.

Como último aspecto a resaltar en la elaboración del presente estudio es el uso de los Sistemas de Información Geográfica - SIG, además de imágenes de satélites, que demuestran la utilidad de las herramientas y la tecnología para analizar y comprender un problema actual que ha afecta a numerosas familias y lo continúa haciendo, al ser este una problemática que necesita acciones, para evitar pérdidas económicas y humanas por la ocurrencia de eventos de movimiento en masa.

5. Conclusiones

- El Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali no presenta los estudios de delimitación, zonificación, caracterización y análisis de áreas con condición de riesgo de acuerdo a los fundamentos técnicos que establece el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 de 2014).
- Los resultados llaman la atención a la Administración Municipal a tomar medidas necesarias para actualizar sus instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, en este sentido el componente de gestión del riesgo y diferentes instrumentos de gestión de riesgo de desastre como lo es el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.
- El presente equipo de trabajo como especialistas en formación en Prevención, Reducción y Atención de Desastres, ha realizado acercamientos con funcionarios de la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, dejando como compromiso la socialización de los resultados de forma virtual o presencial de la presente investigación, así como compartir en medio magnético una copia de dicho estudio, para que pueda ser tenido en cuenta en posibles procesos de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se evidencia la necesidad de generar desde la Alcaldía Municipal y Corporaciones Autónomas, estudios detallados que permitan generar medidas de mitigación de los riesgos para evitar futuras pérdidas.
- La zona identificada con el mayor porcentaje de áreas con amenaza alta por movimiento en masa es la zona 2 representada con un 84% (65 hectáreas), la cual

cubre 11 barrios de la zona urbana de Santiago de Cali. A diferencia de las zonas 1 y 3 que cuentan con un porcentaje expuesto menor del 16%, para un área total de 12,15 hectáreas (ha), estas zonas incluyen 4 barrios de la zona urbana del municipio de Santiago de Cali.

- De la totalidad de 322 equipamientos obtenidos en este estudio, se identificaron 218 elementos expuestos correspondientes a la categoría de equipamiento residencial y comercio, en los barrios Terrón Colorado, Sector Altos de Santa Isabel, Normandía, Menga, Bellavista y Aguacatal.
- Los equipamientos como vías, parqueaderos, deportivo y recreativo suman en total 31,677% de elementos expuestos, lo cual corresponde a un 46% frente al equipamiento residencial y comercio que tiene un porcentaje de 67,702%. Con base en esta información la prioridad prevalece en el equipamiento residencial y comercio y en segunda instancia los equipamientos vías, parqueaderos, deportivo y recreativo.
- De los 15 barrios de este estudio se evidencia que el barrio con mayores elementos expuestos es Terrón Colorado con una cantidad de 56 equipamientos, seguido de Normandía (51), Bellavista (45) y Menga (44), para los cuales se requieren realizar estudios detallados de manera prioritaria dado que representan una elevada cantidad de elementos expuestos en sus territorios.
- Se logró identificar que las áreas con condición de riesgo de este estudio representan un 6% y corresponden a 15 barrios del área urbana de Santiago de Cali, esto debido a que la característica topográfica de la ciudad en su mayoría es plana.

- La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en el Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali se constituye como una herramienta fundamental para el desarrollo seguro del municipio, debido a que permite identificar cuáles son las áreas que requieren medidas de intervención, situación que garantiza un territorio más resiliente y preparado para desafíos que se enfrente ante la materialización de la amenaza de movimiento en masa.
- Es indispensable la incorporación del componente de gestión del riesgo de desastres dentro del Plan de Ordenamiento Territorial, así como la delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo. A su vez, se evidencia en el Plan de Ordenamiento Territorial la necesidad de contar con estudios básicos y detallados que le permita al municipio establecer condiciones de uso, ocupación y densidad acorde a las condiciones de mitigabilidad del riesgo.
- En esta investigación se identificó que existen zonas, áreas o barrios donde históricamente se han presentado fenómenos o eventos de movimiento en masa, sin embargo, no se ven reflejados en los resultados de la caracterización del escenario de riesgo, como es el caso del barrio Altos de Menga; en donde existen registros de eventos recurrentes que no se encuentran categorizados en amenaza o riesgo, según los instrumentos de planificación territorial vigentes, este hecho se atribuye a que la información base de la cartografía de amenaza del POT de Cali se encuentra desactualizada. De acuerdo al Departamento Administrativo de Planeación Municipal esta información fue generada de la integración y armonización de los resultados de diversos estudios y revisiones realizados entre los años 1992 y 2012.

- El uso de los Sistemas de Información Geográfica – SIG y de las imágenes de satélites, demuestran la utilidad de las herramientas y la tecnología para analizar y comprender la problemática de movimiento en masa.
- La presente investigación apunta al objetivo (11) de desarrollo sostenible: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, lo cual permita aumentar la capacidad para la planificación y la gestión participativa, integrada y sostenible de los asentamientos humanos; así mismo posibilita reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, al ser una investigación que puede ser usada en la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali y de esta manera generar acciones que permitan disminuir el riesgo de desastres por movimiento en masa.
- Teniendo en cuenta el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 – 2030, el presente proyecto investigativo aporta a los principios rectores en los cuales se basa el presente Marco, como lo es prevenir y reducir el riesgo de desastres teniendo en cuenta que la responsabilidad es compartida por los diferentes sectores y además que la gestión del riesgo está orientada a la protección de las personas y sus bienes, salud, medios de vida y bienes de producción, así como los activos culturales y ambientales, al tiempo que se respetan todos los derechos humanos. El aporte de la presente investigación radica en que ser utilizada en la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali y de esta manera generar acciones que permitan prevenir y reducir el riesgo de desastres por movimiento en masa en el área urbana de Santiago de Cali.

6. Recomendaciones

- La incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el próximo proceso de revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial deberá desarrollarse, de acuerdo a los lineamientos jurídicos y técnicos que determina el Decreto 1077 de 2015, en donde se establece todo lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial.
- Se recomienda a la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial, dado que no se ha realizado ninguna modificación desde el año 2014 y es pertinente hacer una revisión periódica como mínimo cada dos años para validar los cambios que se hayan efectuado, modificaciones estructurales debido a alguna amenaza natural, tecnológica y/o social. Incluir dentro de este instrumento como parte del conocimiento del riesgo la identificación de las áreas con condición de riesgo.
- Se recomienda a la Secretaría de Planeación actualizar la cartografía correspondiente al componente de gestión del riesgo dentro del Plan de Ordenamiento Territorial para la amenaza de movimiento en masa.
- Se recomienda a la Administración Municipal de Santiago de Cali integrar los instrumentos de planificación territorial (Plan de Ordenamiento Territorial y Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres).
- Se recomienda la incorporación de la gestión del riesgo en la próxima revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Santiago de Cali, este deberá desarrollarse de acuerdo a los lineamientos que determina el Decreto 1077 de 2015 (Decreto 1807 del 2014). Además, se recomienda al municipio el

acompañamiento y seguimiento de dicho proceso, tanto a nivel de la formulación e implementación del mismo y el apoyo en la definición y ejecución de medidas de mitigación y protección en áreas con condición de riesgo.

- Se recomienda al municipio Santiago de Cali realizar estudios de detalle con las medidas de intervención adecuadas, en las áreas con condición de riesgo por movimiento en masa identificadas en el presente estudio básico.
- Se recomienda a la Administración de Gestión de Riesgos de Desastres del municipio de Santiago de Cali, cuantificar las pérdidas económicas de los elementos expuestos para generar un plan de acción que permita tomar decisiones oportunas y realizar la intervención a tiempo en caso de materializar la amenaza de movimiento en masa.
- Teniendo presente el acercamiento realizado por el equipo de trabajo de la presente investigación con la Alcaldía Municipal de Santiago de Cali, donde quedo como compromiso la socialización y divulgación del proyecto, se recomienda incluir los resultados, conclusiones y recomendaciones en futuros escenarios de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali.

7. Referencias bibliográficas

- Aristizábal, E., López Castro, S., Gómez, J.C., López, L.F. (2021). Definición de áreas con condición de amenaza y áreas con condición de riesgo en los planes de ordenamiento territorial de los municipios en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 23(2). Doi: <https://doi.org/10.15446/ga.v23n2.87129>.
- Concejo Municipal de Santiago de Cali. (2014). Acuerdo No. 0373 de 2014. *Por medio del cual se adopta la revisión ordinaria de contenido de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, Colombia.
- Congreso de Colombia. (15 de enero de 1991). Ley 2 de 1991. *Por el cual se modifica la Ley 9 de 1989*. Bogotá, D.C., Colombia: Diario Oficial No. 39.631.
- Congreso de Colombia. (18 de julio de 1997). Ley 388 de 1997. *Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 3 de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, D.C., Colombia: Diario Oficial No. 43.091 de 24 de julio de 1997.
- Congreso de Colombia. (24 de abril de 2012). Ley 1523 de 2012. *Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, D. C., Colombia: Diario Oficial No. 48.411 de 24 de abril de 2012.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (10 de enero de 2012). Decreto - Ley 019 de 2012. *Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones*,

procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública. Bogotá, D. C., Colombia: Diario Oficial No. 48.308 de 10 de enero de 2012.

Departamento Administrativo de Planeación (DNP). (2018). *Índice de Ciudades Modernas de Colombia.* Observatorio del sistema de ciudades. Bogotá, D.C., Colombia.

Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (1999). *Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali 1999 – 2021.* Santiago de Cali, Colombia.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Censo de población de 2005.*

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda de 2020.* <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/76001/2>

Garzón, J.A. y Pérez, C. (2017). *Integración de la gestión del riesgo de desastres en el ajuste del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca* [Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás de Bogotá]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9314/2017josegarzon.pdf?sequence=4>

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). (2017). *Proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial.* Documento técnico de soporte, estudios básicos, áreas con condición de amenaza y riesgo. Bogotá, D.C., Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2006). Estudio de zonificación de tierras a escala 1:100.000 para el departamento del Valle del Cauca.

López, E., Posada, C. y Moreno, J.G. (s.f.). *Los sistemas de información geográfica*. Ponencia, Congreso de ciencia regional de Andalucía. Universidad de Sevilla, España.

<http://imsturex.unex.es/MUIETSIG/TEMA1.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (26 de mayo de 2015). Decreto 1077 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*. Bogotá, D.C., Colombia: Diario Oficial No. 49523 del 26 de mayo del 2015.

Presidente de la República de Colombia. (19 de septiembre de 2014). Decreto 1807 de 2014. *Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, D.C., Colombia: Diario Oficial No. 49.279 de 19 de septiembre de 2014.

Rozo Vargas, W. (2017). Definición de lineamientos para la formulación de determinantes de riesgo para Corpoguavio Colombia. *Revista Espacios*, 39(06).

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p21.pdf>

Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres. (2018). *Plan de Gestión del Riesgo de Desastres*. Alcaldía de Santiago de Cali, Colombia.

Servicio Geológico Colombiano y Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Guía*

Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa. Bogotá, D.C., Colombia. ISBN: 978-958-99528-5-6.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Bogotá, D.C., Colombia.

Valencia Polanco, C. (2019). *Cali, ciudad región: crecimiento urbano, inundaciones y acciones de mitigación sobre el río Cauca entre 1950 – 2017* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78220/1030541503.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>