

| | |
|---|-----------------------------|
| MACROPROCESO DE APOYO | CÓDIGO: AAAR113 |
| PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO | VERSIÓN: 5 |
| DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL | VIGENCIA: 2021-04-19 |
| | PÁGINA: 1 de 1 |

16

| | |
|--------------|-----------|
| FECHA | 9/07/2021 |
|--------------|-----------|

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Facatativá

| | |
|---|------------------------|
| UNIDAD REGIONAL | Extensión Facatativá |
| TIPO DE DOCUMENTO | Trabajo de grado |
| FACULTAD | Ciencias agropecuarias |
| NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO | Pregrado |
| PROGRAMA ACADÉMICO | Ingeniería ambiental |

El Autor(Es):

| APELLIDOS COMPLETOS | NOMBRES COMPLETOS | No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN |
|----------------------------|--------------------------|--|
| Hernández Bermúdez | Darly Geraldine | 1070990251 |
| Hueje Samacá | Diana Paola | 1070983502 |
| | | |
| | | |

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

| APELLIDOS COMPLETOS | NOMBRES COMPLETOS |
|---------------------|-------------------|
| Robledo Buitrago | Daniel Armando |
| | |
| | |
| | |

| TÍTULO DEL DOCUMENTO |
|--|
| Distribución espacial de los escenarios de riesgo a desastres naturales del municipio de Silvania Cundinamarca |

| SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje) |
|---|
| |

| TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía |
|---|
| Ingeniera ambiental |

| AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO | NÚMERO DE PÀGINAS |
|------------------------------|-------------------|
| 2021 | 138 |

| DESCRPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves) | |
|--|--------|
| ESPAÑOL | INGLÉS |
| 1. Amenaza | Threat |

| | |
|----------------------|---------------|
| 2. Vulnerabilidad | Vulnerability |
| 3. Riesgo | Risk |
| 4. Remoción en masa | Mass removal |
| 5. Inundación | Flood |
| 6. Incendio forestal | Forest fire |

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Según el Departamento nacional de planeación (2019), en Colombia el 88% de los desastres naturales, están relacionados con inundaciones, movimientos en masa, sequías y avalanchas de lodo. Por ello, la zonificación es el primer paso para la identificación y el manejo de los riesgos en el territorio.

El municipio de Silvania podrá hacer uso de los resultados de este proyecto con el fin de utilizarlo como insumos fundamentales que se incluyen o se contemplan dentro del Plan de Ordenamiento Territorial en el análisis de riesgo (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2015). Pues en este, se exponen las áreas de influencia más importantes para el municipio, entre las que se resaltan, áreas pobladas, áreas productivas, áreas de alto valor ecológico y paisajístico, áreas de alto valor histórico cultural, áreas con presencia de infraestructura estratégica, entre otros.

La metodología consistió en tres fases, la fase inicial fue la identificación de los fenómenos y eventos presentados en el municipio, la segunda fase correspondió a la zonificación de los escenarios de riesgo a desastres naturales y finalmente se formuló medidas estructurales y no estructurales como fundamento de prevención de desastres naturales a partir de los resultados obtenidos.

Los resultados de la primera fase mostraron que los fenómenos con más incidencia y de tal forma de mayor importancia y enfoque del presente estudio, son tres, haciendo una confirmación con fundamentos de trabajo de campo mediante una encuesta desarrollada en dos sesiones, los cuales se mencionan y se analizan de manera detenida en la siguiente fase. En la segunda fase se obtuvo la zonificación de susceptibilidades, amenazas y riesgos para el municipio de Silvania, para los fenómenos de incendios forestales, inundaciones y remoción en masa. Además de una vulnerabilidad total resultante de la suma de vulnerabilidades por factores, ecológico, económico, institucional, patrimonial, poblacional, por infraestructura y territorial. En efecto se evidenció que el fenómeno con mayor nivel de riesgo para el municipio son las inundaciones, seguido de los fenómenos de remoción en masa e incendios forestales. Con la adquisición de los resultados de la segunda fase y tras una revisión minuciosa de información secundaria y terciaria, se hizo una condensación de información que según el criterio de las autoras son las más convenientes para disminuir el riesgo a los tres fenómenos naturales en estudio. Entre ellas, estructurales y no estructurales fundamentadas en disminuir la amenaza y la vulnerabilidad.

ABSTRACT

According to the National Planning Department (2019), in Colombia 88% of natural disasters are related to floods, mass movements, droughts and mudslides. Therefore, zoning is the first step in identifying and managing risks in the territory.

The municipality of Silvania may make use of the results of this project in order to use it as fundamental inputs that are included or contemplated within the Territorial Ordering Plan in the risk analysis (National Unit for Disaster Risk Management, 2015). Well, in this, the most important areas of influence for the municipality are exposed, among which are highlighted, populated areas, productive areas, areas of high ecological and landscape value, areas of high cultural historical value, areas with the presence of strategic infrastructure, among others.

The methodology consisted of three phases, the initial phase was the identification of the phenomena and events presented in the municipality, the second phase corresponded to the zoning of the risk scenarios for natural disasters and finally, structural and non-structural measures were formulated as a basis for prevention of natural disasters based on the results obtained.

The results of the first phase showed that the phenomena with the most incidence and in such a way of greater importance and focus of the present study, are three, making a confirmation with fundamentals of field work through a survey developed in two sessions, which are mentioned and they are analyzed in detail in the next phase. In the second phase, the zoning of susceptibilities, threats and risks was obtained for the municipality of Silvania, for the phenomena of forest fires, floods and mass removal. In addition to a total vulnerability resulting from the sum of vulnerabilities by factors, ecological, economic, institutional, patrimonial, population, infrastructure and territorial. Indeed, it was evidenced that the phenomenon with the highest level of risk for the municipality is floods, followed by the phenomena of mass removal and forest fires. With the acquisition of the results of the second phase and after a thorough review of secondary and tertiary information, a condensation of information was made that according to the authors' criteria are the most convenient to reduce the risk of the three natural phenomena under study. Among them, structural and non-structural based on reducing threat and vulnerability.

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

Acuña, J. (2016). ANALYSIS OF INSTITUTIONAL VULNERABILITY IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF CARACAS. In XXXII (Vol. 52).

Administración provincial del agua. (2004). ZONIFICACIÓN DE RIESGO HÍDRICO AGROPECUARIO PRIMERA ETAPA: DORSAL AGRÍCOLA CHAQUEÑA.

Aguirre Calderon, O. A., Jiménez Pérez, J., Muños Robles, C. A., Treviño Garza, E. J., & Verástegui Chávez, J. (2005). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación del peligro de incendios forestales en la Sierra Madre Oriental de México. In Boletín (Vol. 56).

Alcaldía de Manizales, & Universidad Nacional de Colombia, S. M. (2005). Gestion de riesgos en Manizales. http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/reduccion.php

Alcaldía de Santiago de Cali. (2018). Cómo actuar a la hora de un deslizamiento de tierra. <https://www.cali.gov.co/gestiondelriesgo/publicaciones/140451/como-actuar-a-la-hora-de-un-deslizamiento-de-tierra>

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

| AUTORIZO (AUTORIZAMOS) | SI | NO |
|--|----|----|
| 1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer. | X | |
| 2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital | X | |
| 3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones. | X | |
| 4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación. | X | |

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. SI _____ NO X _____.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



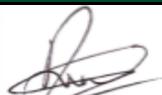
Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

| Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf) | Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.) |
|---|---|
| 1. Distribución espacial de los escenarios de riesgo a desastres naturales del municipio de Silvania Cundinamarca.pdf | Texto |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

| APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS | FIRMA (autógrafo) |
|--------------------------------------|---|
| Hernández Bermúdez Darly Geraldine |  |
| Hueje Samacá Diana Paola | Diana Hueje .S. |
| | |
| | |

21.1-51-20

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO A DESASTRES NATURALES
DEL MUNICIPIO DE SILVANIA CUNDINAMARCA

DARLY GERALDINE HERNÁNDEZ BERMÚDEZ
DIANA PAOLA HUEJE SAMACÁ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
FACATATIVÁ CUNDINAMARCA

Junio 9, 2021

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO A DESASTRES NATURALES
DEL MUNICIPIO DE SILVANIA CUNDINAMARCA

DARLY GERALDINE HERNÁNDEZ BERMÚDEZ

DIANA PAOLA HUEJE SAMACÁ

Proyecto de grado para optar al título de ingeniera ambiental

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO

DANIEL ARMANDO ROBLEDO BUITRAGO

Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA AMBIENTAL

FACATATIVÁ CUNDINAMARCA

Junio 9, 2021

DEDICATORIA

El fruto de esta investigación va dedicado en primera instancia a Dios, que nos brindó todo lo necesario para su desarrollo, a nuestros padres que son la motivación diaria y el mejor ejemplo para salir adelante y cumplir con nuestras metas...

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por la dedicación que han puesto a nuestra educación y desarrollo.

A la Universidad de Cundinamarca por permitirnos ser parte de ella y forjarnos con competencias educativas que permitieron el desenvolvimiento de este estudio.

Al docente Daniel Armando Robledo Buitrago por todo el apoyo, ayuda, consejos y paciencia que nos ha brindado.

Finalmente, esta investigación fue apoyada por la financiación de la Universidad de Cundinamarca, la Gobernación de Cundinamarca y el programa BIO de MinCiencias Colombia Proyecto "Herramienta geoespacial para la construcción del diagnóstico socioambiental del Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Sylvania -Cundinamarca", código de proyecto 63546. Esta financiación fue proporcionada por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, administrado por el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación "Francisco José de Caldas". Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, por permitirnos hacer parte desde los inicios del semillero de investigación hasta la culminación del presente proyecto.

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 18 |
| INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| 1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA..... | 22 |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... | 24 |
| 3. OBJETIVOS..... | 25 |
| 3.1. Objetivo general..... | 25 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 25 |
| 4. MARCO REFERENCIAL..... | 26 |
| 4.1. MARCO CONCEPTUAL..... | 26 |
| 4.1.1. Amenaza..... | 26 |
| 4.1.2. Resiliencia..... | 26 |
| 4.1.3. Riesgo..... | 26 |
| 4.1.4. Susceptibilidad:..... | 27 |
| 4.1.5. Vulnerabilidad:..... | 27 |
| 4.2. MARCO LEGAL..... | 28 |
| 4.3. MARCO TEÓRICO..... | 29 |
| 4.3.1. Distribución espacial de escenarios con riesgo a desastres naturales..... | 29 |
| 4.3.2. Medidas estructurales y no estructurales..... | 32 |
| 5. METODOLOGÍA..... | 33 |
| 5.1. Área de estudio..... | 33 |
| 5.2. IDENTIFICACIÓN DE FENÓMENOS Y EVENTOS AMENAZANTES..... | 37 |
| 5.2.1. Población y muestra (encuesta a aplicar)..... | 37 |
| 5.2.2. Clasificación de la información obtenida por medio de la ponderación de eventos de mayor importancia..... | 38 |
| 5.3. ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO 41 | |
| 5.3.1. Determinación de la escala de trabajo y sistema de proyección..... | 41 |
| 5.3.2. Definición de variables intrínsecas y extrínsecas..... | 42 |
| 5.3.3. Fenómenos por remoción en masa..... | 43 |
| 5.3.4. Inundaciones..... | 48 |
| 5.3.5. Incendios Forestales..... | 51 |
| 5.3.6. Vulnerabilidad..... | 55 |
| 5.3.7. Riesgo..... | 58 |
| 5.3.8. Formulación de medidas estructurales y no estructurales..... | 59 |
| 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 60 |
| 6.1. FENÓMENOS IDENTIFICADOS..... | 60 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.1.1. | Encuesta aplicada | 63 |
| 6.1.2. | Matriz de jerarquía o importancia..... | 69 |
| 6.2. | FENÓMENOS POR REMOCIÓN EN MASA..... | 73 |
| 6.2.1. | Factores de Susceptibilidad | 73 |
| 6.2.2. | Amenaza | 75 |
| 6.3. | INUNDACIONES | 77 |
| 6.3.1. | Factores de Susceptibilidad | 77 |
| 6.3.2. | Amenaza | 77 |
| 6.4. | INCENDIOS FORESTALES | 80 |
| 6.4.1. | Factores de Susceptibilidad | 80 |
| 6.4.2. | Amenaza | 83 |
| 6.5. | VULNERABILIDAD | 86 |
| 6.5.1. | Vulnerabilidad ecológica | 86 |
| 6.5.2. | Vulnerabilidad económica | 87 |
| 6.5.3. | Vulnerabilidad institucional..... | 87 |
| 6.5.4. | Vulnerabilidad patrimonial..... | 88 |
| 6.5.5. | Vulnerabilidad poblacional | 89 |
| 6.5.6. | Vulnerabilidad por infraestructura | 89 |
| 6.5.7. | Vulnerabilidad territorial | 90 |
| 6.5.8. | Vulnerabilidad Total | 91 |
| 6.6. | RIESGO..... | 93 |
| 6.6.1. | Fenómenos por remoción en masa..... | 94 |
| 6.6.2. | Inundaciones | 98 |
| 6.6.3. | Incendios forestales | 101 |
| 6.7. | MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES | 103 |
| 6.7.1. | Medidas estructurales..... | 104 |
| 6.7.2. | Medidas no estructurales..... | 107 |
| 7. | CONCLUSIONES | 119 |
| 8. | REFERENCIAS | 122 |
| 9. | ANEXOS..... | 133 |

Lista de figuras

| | |
|--|------------|
| Figura 1. Árbol de problemas, identificación de causas y efectos..... | 22 |
| <i>Figura 2. localización geográfica del municipio de Silvania, Cundinamarca</i> | <i>34</i> |
| <i>Figura 3. Distribución espacial de coberturas. Silvania.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Figura 4 Porcentaje de ocurrencia de fenómenos de origen natural en Silvania.....</i> | <i>61</i> |
| <i>Figura 5 Distribución temporal de eventos registrados.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Figura 6 Percepción de las personas encuestadas sobre la ocurrencia de fenómenos de origen natural en Silvania Cundinamarca</i> | <i>6</i> |
| 6 | |
| <i>Figura 7 Impactos generados por fenómenos naturales ocurridos en Silvania</i> | <i>67</i> |
| Figura 8 Último simulacro realizado según la población encuestada..... | 69 |
| <i>Figura 9 Porcentaje de jerarquía por fenómenos.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Figura 10 Distribución espacial de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa</i> | <i>74</i> |
| Figura 11 Distribución espacial de amenaza por fenómenos de remoción en masa..... | 76 |
| <i>Figura 12 Distribución espacial de amenaza por inundaciones</i> | <i>79</i> |
| <i>Figura 13. Distribución espacial de la susceptibilidad por cobertura.....</i> | <i>82</i> |
| <i>Figura 14. Distribución espacial de la amenaza por incendios forestales</i> | <i>85</i> |
| <i>Figura 15. Vulnerabilidad Total de Silvania</i> | <i>92</i> |
| Figura 16 Riesgo por fenómenos de remoción en masa | 97 |
| Figura 17 Riesgo por inundaciones..... | 100 |
| <i>Figura 18. Riesgo por incendios forestales</i> | <i>102</i> |

Lista de Tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1 Escala para el desarrollo de la matriz de jerarquía | 39 |
| Tabla 2 Variables intrínsecas y extrínsecas por escenario de riesgo..... | 42 |
| <i>Tabla 3 Calificación factor geología</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabla 4 Calificación factor cobertura</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabla 5 Calificación factor pendientes.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Tabla 6 Calificación factor sismicidad.....</i> | <i>46</i> |
| Tabla 7 Estaciones climatológicas utilizadas | 47 |
| <i>Tabla 8 Calificación factor precipitación</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabla 9 Calificación factor geomorfología</i> | <i>48</i> |
| <i>Tabla 10 Calificación factor pendientes.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabla 11 Calificación factor litología.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Tabla 12 Calificación factor huella de inundación.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Tabla 13 Calificación factor precipitación</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabla 14. Categoría y calificación según el tipo de combustible.....</i> | <i>52</i> |
| Tabla 15. Categoría y calificación según la duración de los combustibles..... | 53 |
| <i>Tabla 16. Categoría y calificación según la carga total de combustibles.....</i> | <i>53</i> |
| <i>Tabla 17. Categoría y calificación por precipitación media anual</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 18. Categoría y calificación por temperatura media anual</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 19. Categoría y calificación por pendiente media.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 20. Categoría y calificación por distancia a la vía</i> | <i>55</i> |
| Tabla 21. Calificación y categoría según el conflicto por territorio..... | 56 |
| <i>Tabla 22. Calificación según distancias para infraestructura</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabla 23. Calificación según cobertura para la vulnerabilidad económica.....</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabla 24 Categoría y calificación del riesgo</i> | <i>59</i> |
| Tabla 25. Preguntas de la encuesta realizada en el municipio de Silvania Cundinamarca | 64 |
| Tabla 26 Resultado expresado en porcentaje pregunta 2 de la encuesta realizada..... | 65 |
| Tabla 27. Matriz de jerarquía sobre los criterios de obtención de datos..... | 70 |
| <i>Tabla 28 Matriz de jerarquía de fenómenos de origen natural en Silvania de acuerdo con su</i> <i>porcentaje de ocurrencia</i> | <i>7</i> |
| 1 | |
| Tabla 29 Categorías de riesgo de fenómenos por remoción en masa..... | 94 |
| Tabla 30 Categorías de riesgo por inundaciones | 98 |
| Tabla 31. Categorías de riesgo de fenómenos por incendios forestales..... | 101 |
| Tabla 32 Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a remoción en masa | 114 |
| Tabla 33 Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a inundaciones | 115 |
| Tabla 34. Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a incendios forestales. | 11 |
| 8 | |

Lista de anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo A. Vulnerabilidad Económica de Silvania | 134 |
| Anexo B. Vulnerabilidad Institucional de Silvania | 136 |
| Anexo C. Vulnerabilidad Territorial de Silvania..... | 137 |
| Anexo D. Vulnerabilidad Patrimonial de Silvania | 138 |
| Anexo E. Vulnerabilidad Poblacional de Silvania..... | 139 |
| Anexo F. Vulnerabilidad por Infraestructura de Silvania | 140 |
| Anexo G. Vulnerabilidad Ecológica de Silvania | 141 |
| Anexo H. Evidencia de remoción en masa en el centro urbano..... | 142 |
| Anexo I. Encuestas en el centro urbano..... | 143 |
| Anexo J. Encuestados Loma Alta..... | 144 |
| Anexo K. Encuestas Panamá..... | 145 |
| Anexo L. Encuestas Yayatá. | 146 |

RESUMEN

El municipio de Sylvania podrá hacer uso de los resultados de este proyecto con el fin de utilizarlo como insumos fundamentales que se incluyen o se contemplan dentro del Plan Regional de Ordenamiento Territorial en el análisis de riesgo (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2015). Pues aquí se exponen las áreas de influencia más importantes para el municipio, entre las que se resaltan, áreas pobladas, áreas productivas, áreas de alto valor ecológico y paisajístico, áreas de alto valor histórico cultural, áreas con presencia de infraestructura estratégica, entre otros.

La metodología que consta de tres fases, fase I: identificación de los fenómenos y eventos amenazantes que tienen influencia en el municipio de Sylvania-Cundinamarca, a partir de la recolección de información ya documentada sobre el municipio; fase II: zonificación de la susceptibilidad, vulnerabilidad, amenaza y riesgos a los que están expuestos los escenarios del municipio; fase III: formulación de medidas estructurales y no estructurales como fundamento de prevención de desastres naturales a partir de los resultados obtenidos.

Los resultados de la primera fase mostraron que los fenómenos con más incidencia y de tal forma de mayor importancia y enfoque del presente estudio, son tres, haciendo una confirmación con fundamentos de trabajo de campo mediante una encuesta desarrollada en dos sesiones, los cuales se mencionan y se analizan de manera detenida en la siguiente fase. De la segunda fase están presentados siguiendo el modelo de datos geográficos de la ANLA. Las capas que se diligenciaron fueron fruto de los resultados obtenidos después del desarrollo de la segunda fase de la metodología. Con información otorgada por los geoportales del IDEAM, SIAC, DANE, DATOS ABIERTOS, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, etc. Se obtuvo la zonificación de susceptibilidades, amenazas y riesgos para el municipio de Sylvania, para los fenómenos de incendios forestales, inundaciones y remoción en masa.

Además de una vulnerabilidad total resultante de la suma de vulnerabilidades por factores, ecológico, económico, institucional, patrimonial, poblacional, por infraestructura y territorial.

En efecto se alcanzaron los siguientes valores más relevantes, para vulnerabilidad total son, 46.41% y 49.90% con categorías baja y moderada respectivamente, por incidencia directamente la vulnerabilidad por infraestructura, vulnerabilidad poblacional y vulnerabilidad territorial. Por otro lado, los valores más significativos de riesgo fueron los siguientes, 35.43% y 22.13% con categorías bajas y moderada correspondientemente para remoción en masa. 31.42% moderada, 23.75% baja y 23.71% alta para inundaciones. Y finalmente, proporcionales a incendios forestales porcentajes de 50.65% muy baja y 23.35% baja.

Con la adquisición de los resultados de la segunda fase y tras una revisión minuciosa de información secundaria y terciaria, se hizo una condensación de información que según el criterio de las autoras son las más convenientes para disminuir el riesgo a los tres fenómenos naturales en estudio. Entre ellas, Estructurales y no estructurales fundamentadas en disminuir la amenaza y la vulnerabilidad.

Concluyendo, el municipio de Silvania al igual que la mayoría de los municipios de Colombia, esta propenso a sufrir por el riesgo a fenómenos de origen natural, por este motivo es necesaria hacer la zonificación de estos, a fin de hacer la debida gestión integral de los riesgos y planifique esto en su PBOT, así se podrán aplicar medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo a desastres de origen natural.

INTRODUCCIÓN

Según el Departamento nacional de planeación (2019), en Colombia el 88% de los desastres naturales, están relacionados con inundaciones, movimientos en masa, sequías y avalanchas de lodo. Por ello, la zonificación es el primer paso para la identificación y el manejo de los riesgos en el territorio.

Los diferentes eventos de origen natural que se pueden presentar en el territorio nacional y específicamente en el municipio de Silvania ponen en riesgo factores culturales, sociales, económicos, ambientales y en general del entorno, sumado a esto que la mayoría de las veces para realización de los planes de desarrollo territoriales no se tiene en cuenta un diagnóstico socioambiental donde se estudian todos los factores mencionados (Pinto, 2016).

En Silvania además de una gran cantidad de municipios de Colombia hay terrenos que son propensos a la ocurrencia de desastres naturales, el caso especial de este estudio fenómenos de incendios forestales, inundaciones y remociones o movimientos en masa. En el presente estudio incluso se logra evidenciar que hay veredas que tienen grado de riesgo alto o muy alto de presencia de los tres fenómenos, sin embargo, en la planificación y posterior ordenación territorial no se tiene en cuenta una zonificación de los escenarios de riesgo. Es por ello que la gestión del riesgo como herramienta es de vital importancia para la planificación territorial, ya que por medio de ella se puede conocer las zonas susceptibles, amenaza, vulnerabilidad y por lo tanto riesgo, e interceder por un desarrollo sostenible y prevenir los impactos que se puedan generar (Monroy & Prada, 2019).

La distribución espacial de los escenarios de riesgo a desastres naturales del municipio de Silvania-Cundinamarca se hace imprescindible para identificar las zonas más expuestas a estos eventos, con el fin de actualizar la información para la debida gestión del riesgo que

implementará el municipio. Además, el presente documento aportará información a un geovisor diseñado para presentar los resultados obtenidos del proyecto “Herramienta geoespacial para la construcción del diagnóstico socioambiental del Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Sylvania-Cundinamarca” aprobado por MinCiencias con el código 63546

Por lo tanto, el uso de sistemas de información geográfica es crucial en el trazado de la cartografía para el reconocimiento de las áreas propensas, y así ser ámbito incluyente del ordenamiento del territorio para la toma de decisiones por parte de la alcaldía. Se pretende llegar al punto en que las autoridades locales del municipio se apropien de manera favorable de lo desarrollado en el presente estudio para que se empapen de la información y esta sea tomada en cuenta al momento de planificar y accionar sobre la comunidad y el entorno, además de que produzcan actos de mejoras para la comunidad con la aplicación de las medidas para la reducción del riesgo.

1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

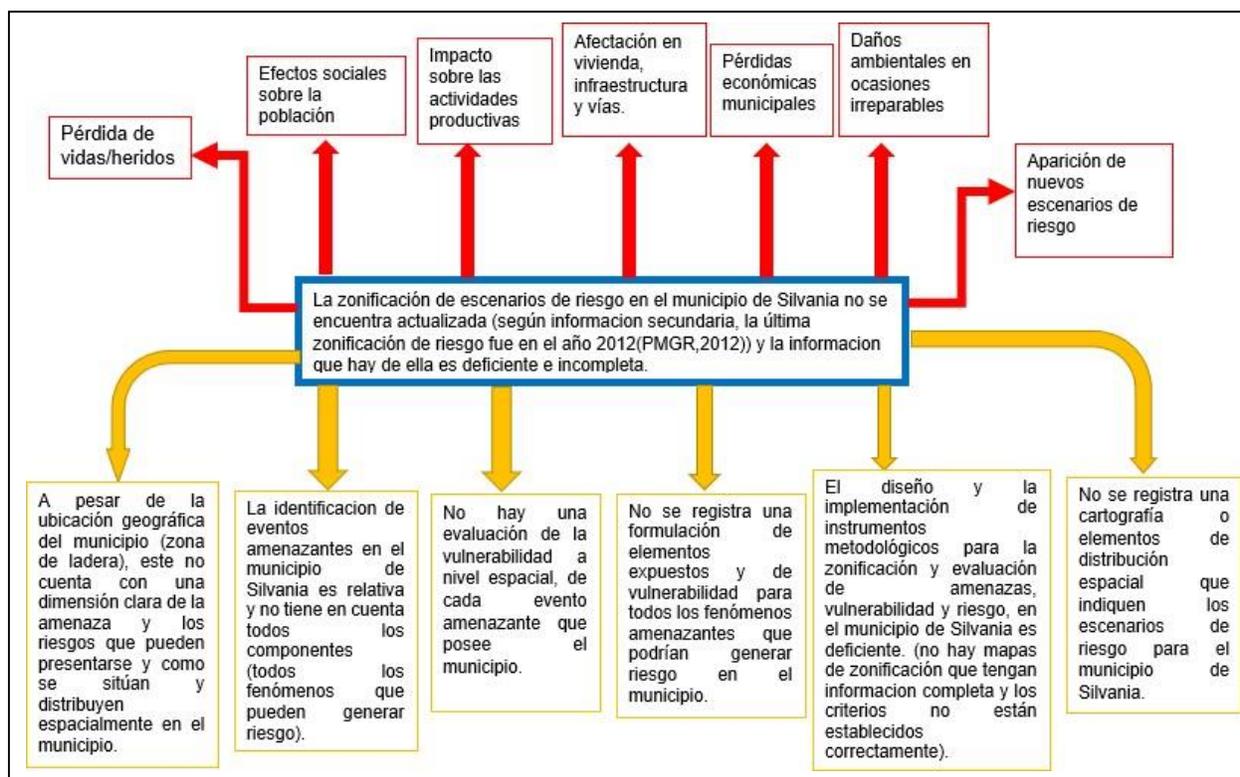


Figura 1. Árbol de problemas, identificación de causas y efectos.

Fuente: Elaboración propia

A nivel mundial se han presentado desastres naturales que, debido a su frecuencia y alta afectación, altera la vida de las diferentes personas en todo el mundo. Un importante número de poblaciones se encuentran ubicadas en áreas propensas a la ocurrencia de ciertos fenómenos de la naturaleza. Por esto es imprescindible crear e implementar planes donde se evidencie en que zonas se presenta mayor riesgo, vulnerabilidad, amenaza, susceptibilidad, y una implementación para el manejo de estos.

Según el Banco Mundial Colombia (2012) 86% de la población nacional está expuesta a una amenaza sísmica alta y media, el 28% a inundaciones y el 31% a amenazas por movimientos en masa. Estos porcentajes son tan altos debido a diversos factores entre ellos a

construcción de viviendas e infraestructura sin ninguna planificación ni proyección, además de la creciente población que se traslada a nivel urbano, afectando el ambiente desmejorando ampliamente sus condiciones como se evidencia casi a diario en la erosión y otras afectaciones que sufren los suelos (Pinto, 2016).

En su tesis de análisis de vulnerabilidad por el fenómeno de remoción en masa en la vereda San Luis, municipio de Silvania – Cundinamarca (Pinto, 2016), menciona que los desastres ocurridos antes del año 1979 no tienen un reporte probatorio, por otro lado después de la fecha se presentaron cinco eventos naturales que han sido hasta el momento los más relevantes entre 19 desastres ocurridos en el país, como son:

Terremoto de Popayán (1983)

Erupción del volcán Nevado del Ruiz y avalancha que destruyó a Armero (1985)

Sismos del Atrato Medio o “Terremoto de Murindó” (1992)

Terremoto de Tierradentro (1994)

Terremoto del Eje Cafetero (1999)

En Silvania, también hay un registro de estos sucesos, dejando como evidencia que el municipio está expuesto a desastres, sin embargo, el municipio cuenta con un plan municipal de gestión del riesgo desactualizado y desarticulado de los lineamientos que establece la ley 1523 de 2012.

Objetando también que no tiene en cuenta el crecimiento poblacional que hay hasta el día de hoy, para el año 2017 se registró una población de 22160 habitantes en el municipio (Departamento nacional de planeación, 2019), por ello, se han producido grandes cambios en las zonas donde se demostraban riesgo. El municipio ha generado planes de gestión del riesgo a desastres naturales, pero no hay una zonificación de riesgos para tales planes y la aplicación de las estrategias que lo promueve.

Por lo anterior es clave formular la siguiente pregunta:

¿Cuál es la distribución espacial de riesgos por fenómenos naturales del municipio de Silvania-Cundinamarca?

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia el 88 % de los desastres están relacionados con inundaciones, deslizamientos, sequías y avalanchas de lodo, de acuerdo a lo anterior, el Plan nacional de desarrollo 2018-2022, plantea un pacto por la sostenibilidad en el cual uno de sus objetivos es: “promover el conocimiento en la comunidad sobre los riesgos de desastres y el cambio climático para tomar mejores decisiones en el territorio” (Departamento nacional de planeación, 2019). La zonificación de escenarios de riesgo es el primer paso para la identificación y el posible manejo de amenazas y vulnerabilidad frente a riesgos en un determinado territorio.

La importancia de este trabajo radica en llevar a cabo la zonificación de escenarios de riesgo en el municipio de Silvania, lo cual fue incluido como información clave y resultado del proyecto: “Herramienta geoespacial para la construcción del diagnóstico socioambiental del Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Silvania –Cundinamarca” a partir de lo que indica la legislación colombiana y la implementación de planes de gestión de riesgo dentro de los planes de ordenamiento territorial (POT). Es así como el Decreto 1807 de 2014 reglamenta la incorporación de la gestión del riesgo dentro de los POT de cada municipio y de conformidad con esto los estudios básicos para la expedición y revisión del mismo POT tienen como fundamento la zonificación de áreas de amenaza con ayuda de la cartografía y sistemas de información geográfica (Ministerio de Vivienda, 2014).

Adicionalmente, el trabajo de investigación obedecen con los objetivos de desarrollo sostenible 11 y 13 de acuerdo a la importancia de lo establecido en la agenda 2030 de desarrollo y específicamente las metas propuestas dentro de estos objetivos que hacen referencia a la importancia de garantizar la seguridad en los diferentes asentamientos humanos y disminuir las afectaciones en la población, la capacidad de adaptación y resiliencia a los riesgos naturales y la implementación de estrategias frente al riesgo de desastres en los territorios(Naciones Unidas/CEPAL, 2019).En este orden de ideas la zonificación y delimitación de áreas de amenaza serán la base para el análisis que la oficina de planeación del municipio de Sylvania debe tener en cuenta para incluir en sus planes de gestión del riesgo y con ello la construcción de un municipio seguro y sostenible, donde las opciones de desarrollo no se vean amenazadas por las características ambientales del territorio.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Establecer la zonificación de la distribución espacial de los escenarios de riesgo a desastres naturales del municipio de Sylvania-Cundinamarca.

3.2. Objetivos específicos

Identificar los fenómenos y eventos amenazantes de carácter natural que tienen influencia en el municipio de Sylvania, Cundinamarca.

Zonificar la susceptibilidad, vulnerabilidad, amenaza y riesgos naturales a los cuales está expuesto el municipio de Sylvania, con ayuda de herramientas SIG.

Formular medidas estructurales y no estructurales como fundamento de prevención y la reducción del riesgo a partir de los resultados previamente obtenidos.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO CONCEPTUAL

4.1.1. Amenaza

Se define la amenaza como, el evento natural extremo que afecta adversamente la vida humana, la propiedad o actividad. La exposición describe el número de personas, el valor de la propiedad, estructuras y las actividades que pueden ser afectadas de modo adverso (Suárez, 2008).

Carrillo et al. (1996) la define como una perturbación grave de la vida, surgida con aviso o escaso aviso previo que causa la muerte o daños graves a un número de personas superior al de los acontecimientos normales, (y) deja a esas personas sin hogar y exige la movilización y organización especiales.

4.1.2. Resiliencia:

La FAO (2009) menciona que la resiliencia surge del resultado del estudio empírico que nos rodean y la observación de fenómenos naturales y la recuperación que estos puedan tener frente a las diferentes perturbaciones.

La resiliencia referente al aspecto físico es la capacidad de un cuerpo de recuperarse o restaurarse, desde el fundamento de la adaptabilidad que puede presentar el cuerpo frente situaciones de estrés, amenaza, y riesgo. Donde se pretende un enfrentamiento exitoso a las adversidades que se pueden presentar (Oriol, 2012).

4.1.3. Riesgo

Según Carpenente et al. (1997), el riesgo es la predicción de la presencia de un factor que expone a las personas, una no casualidad asociada a las variables implicadas, un diagnóstico

el cual demuestra el conocimiento del proceso de forma predictiva y una prevención que elimina o reduce la probabilidad de presenciar un accidente.

El riesgo, es una teoría de las probabilidades, fundamentado en el conocimiento del mundo real, asociada con la percepción social, la vulnerabilidad y la desigualdad. Pueden ser de tipo natural o tecnológico (García, 2005).

4.1.4. Susceptibilidad:

La “susceptibilidad”, es el grado en el cual un área puede ser afectada por futuros movimientos; una estimación de “dónde” podrían ocurrir éstos movimientos (Guzzetti et al., 2006).

También (Kanungo et al., 2009)mencionan que la susceptibilidad está relacionada con la noción de riesgo. Es decir, que, en virtud de su estructura genética, es más vulnerable a una exposición ambiental. Un individuo con una constitución genética en particular podría ser más o menos afectado por un factor ambiental desencadenante, lo anterior trasladado a una escala más amplia como lo es una comunidad.

4.1.5. Vulnerabilidad:

La vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad de los bienes y población hacia el peligro. Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (UNISDR, 2009), existen diversos aspectos de la vulnerabilidad que surgen de factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

Por otro lado (Narváez et al., 2009) dicen que la vulnerabilidad son eventos físicos llamados factores del riesgo, sin los cuales el riesgo de desastre no puede existir. A la vez, es

necesario reconocer que no todo nivel de riesgo de daños y pérdidas puede considerarse riesgo de desastre.

4.2. MARCO LEGAL

Siendo el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres un conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias integradas, con el objeto de dar soluciones a los problemas de seguridad de la población que se presenten en su entorno físico por la eventual ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos; es necesario que todas aquellas actividades que se ejecuten estén enmarcadas bajo las directrices y lineamientos señalados en la legislación proyectada para tal efecto (UNGRD, n.d.).

En cuanto a las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR-, en el numeral 23 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993, se establece que deben “Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación” (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2015)

La ley 1523 de 2012, en su artículo 2, señala que: “la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano” y que, en cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entiéndase: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su

ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, n.d.).

La ley 46 de 1988: “Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorgan facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones con los objetivos de a) Definir las responsabilidades y funciones de todos los organismos y entidades públicas, privadas y comunitarias, en las fases de prevención, manejo, rehabilitación, reconstrucción y desarrollo a que dan lugar las situaciones de desastre; b) Integrar los esfuerzos públicos y privados para la adecuada prevención y atención de las situaciones de desastre; c) Garantizar un manejo oportuno y eficiente de todos los recursos humanos, técnicos, administrativos, económicos que sean indispensables para la prevención y atención de las situaciones de desastre” aplicación directa del presente trabajo para el objetivo, otorgando la zonificación de los riesgos (García & Restrepo , 2016).

Ley 388 de 1997: “Por la cual se crea el Plan de Ordenamiento Territorial” establece la posibilidad de que una Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial (LOOT), con la intervención de la explotación de los recursos naturales, el uso del suelo, la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, y, en general, en la racionalización de la economía. Enfocados a lo referente al uso del suelo (Maldonado, 2008).

4.3. MARCO TEÓRICO

4.3.1. Distribución espacial de escenarios con riesgo a desastres naturales

La zonificación del riesgo es la base fundamental para llevar a cabo la planificación y mitigación de desastres en una comunidad, ciudad o país, la zonificación hace parte de las dos

primeras etapas de gestión del riesgo, en las cuales se lleva a cabo una comprensión e identificación de posibles riesgos en el territorio, a partir de revisión de estudios técnicos e información secundaria y además se realiza una construcción de escenarios o modelos de referencia para amenazas y vulnerabilidad del territorio (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2012). En relación con lo anterior, y para efectos de una identificación actual de los riesgos a los cuales puede estar sometido el municipio de Sylvania, el desarrollo de este trabajo va a tener como base información secundaria, análisis de zonas de riesgo en el municipio, a partir de información geográfica organizada en el software ArcGIS, lo cual permitirá una zonificación del riesgo clara y coherente con la condición actual del municipio al pertenecer a las zonas más afectadas por el conflicto, de acuerdo a lo establecido por el gobierno colombiano en el decreto 1650 de octubre de 2017.

Existe una serie de eventos de origen natural y antrópico que azotan de manera continua al territorio, estos afectan gravemente las coberturas vegetales, provocando pérdidas de biodiversidad, erosión del suelo, escasez de recursos hídricos y demás (IDEAM, 2011). Actualmente se utilizan métodos nuevos y actualizados que permiten conocer el potencial que puede llegar a tener el fenómeno a ocurrir y así determinar los grados de resiliencia que se puede llegar a tener frente a una amenaza (Lagos, 2012).

Como describe en su artículo Ruiz & Sandoval (2017), la metodología de Mora y Vahrson, es una de las más usadas cuando se trata de zonificar riesgos de tipo remoción en masa específicamente, con el cual permite la determinación de áreas de mayor afectación y la ocurrencia del fenómeno.

Según la Administración provincial del agua (2004), la zonificación tiene tres tareas fundamentales, “compatibilizar toda la información básica de cartografía y de precipitaciones en

un sistema de base de datos geográfico de manera de permitir la superposición georeferenciada de los mapas base y obtener así una correlación uniforme entre las capas”, cálculo de mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, y por último la obtención de las zonas más expuestas.

Magdalena et al. (2001) menciona, se hace necesario el análisis de factores clima, suelo, coberturas, pendientes, geología y la inclusión de reportes históricos, para la determinación de la ubicación de donde podrían presentar accidentes producidos por la ocurrencia de algún o algunos fenómenos naturales. Al igual para Correa et al. (2020) se basó en un cálculo bajo “la realización de un álgebra de mapas, aplicando herramientas de SIG, a través de análisis geo estadísticos univariados, para obtener mapas de riesgos específicos ponderados, de cada variable de estudio (litología, geoforma, precipitación, uso y cobertura del suelo, pendiente), y, luego, multivariado, para obtener el mapa de riesgo final”. Por medio de la superposición de capas cartográficas se obtuvieron magnitudes de amenaza, riesgo, susceptibilidad y vulnerabilidad proporcionales al grado de severidad, la representación cartográfica de la distribución espacial del riesgo en el municipio constituye un aporte metodológico a la zonificación de riesgos (Niño, 2018).

Aristizabal & Hermelin (2010) indican que el ordenamiento territorial es una herramienta fundamental puesto que reduce el marco actual y obstruye en cierta medida de marcos futuros, integrando el entendimiento del riesgo como un foco de avance en las poblaciones, procurando evitar la materialización del riesgo. Por otro lado Delgado (2019), aporta que es importante incluir en el ordenamiento y planificación del municipio la distribución espacial de los fenómenos, para incentivar el desarrollo sostenible a favor de la prevención y el desarrollo.

4.3.2. Medidas estructurales y no estructurales

Anconchea & Barrera (2002), nombran que las medidas estructurales se fundan en la prevención y mitigación de los efectos de las diversas causas de un riesgo, no todos los riesgos se previenen de la misma manera, es decir, para unos riesgos son más eficaces las medidas estructurales que las no estructurales, al contrario o en la misma medida de relevancia; en este orden de ideas las medidas estructurales deben ser consecuentes al sistema de vigilancia, planes de mitigación y una evaluación de los mismos.

Según Olcina & Oliva (2019), las medidas no estructurales son más efectivas en cuanto al enfrentamiento de fenómenos como lo son las inundaciones, puesto que por medio de una cartografía de riesgo, se tienen las suficientes herramientas para la prevención y defensa de este tipo de desastres, que como contradicción refuta que las medidas estructurales son ineficientes y costosas, por fallos evidentes en el territorio colombiano, por fallas en el funcionamiento en las obras de control.

Para una adecuada formulación de las medidas no estructurales es necesario entender el desarrollo metodológico que estime el factor físico de riesgo y permita abordar estrategias frente a este, propendiendo una innovación tecnológica, en pro de la apropiación del territorio, y así generar una sensación de seguridad (Niño, 2018).

Como ejemplo las medidas estructurales para la conservación de un humedal parte de la medición de la calidad del agua, restauración ecológica y las no estructurales, desde la gestión ambiental urbana, estas últimas medidas se enfocan en el tratamiento de mentalidad de la comunidad de tal forma que configure su cultura de modo que se piense en un bienestar de la población sosteniblemente (Contreras, 2014).

5. METODOLOGÍA

Este trabajo se llevó a cabo a partir de tres fases principales que obedecen a la ejecución de cada objetivo con el fin de alcanzar con éxito la base del trabajo, en este orden de ideas se inicia con la identificación del área de estudio, el reconocimiento de los fenómenos de origen natural que han tenido lugar en el municipio, posteriormente se lleva a cabo la zonificación de la distribución espacial de los escenarios de riesgo y finalmente se plantean medidas de tipo estructural y no estructural para el manejo de los escenarios de riesgo previamente zonificados.

5.1. Área de estudio

El lugar objeto de estudio es el municipio de Silvania Cundinamarca, está ubicado en un valle (en el río Subia) de la cordillera oriental de Los Andes, provincia del Sumapaz, departamento de Cundinamarca y a 40 Km al sur de Bogotá, a donde se llega por la Autopista Panamericana Bogotá – Girardot.

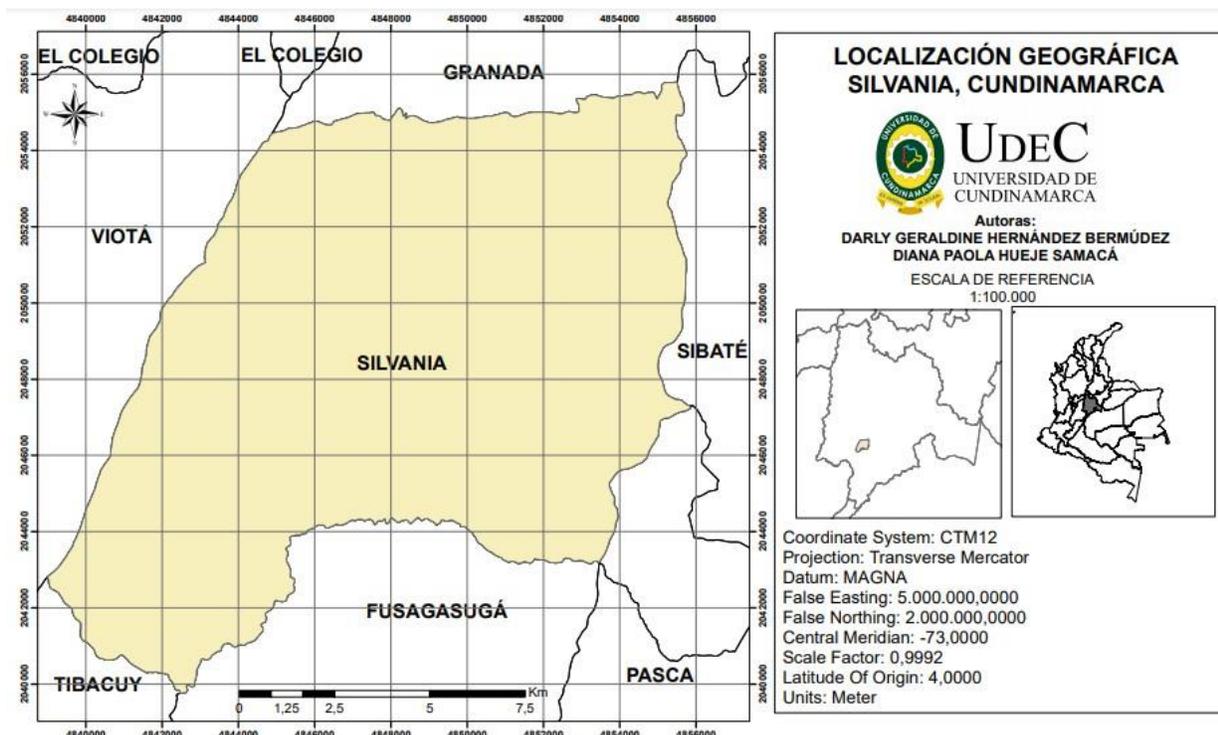


Figura 2. localización geográfica del municipio de Sylvania, Cundinamarca

Fuente: elaboración propia

La información del municipio es publicada por (Mahecha et al., 2012).

Temperatura: 20°C

Aspecto climático: El municipio de Sylvania, cuenta con una precipitación promedio anual de 1.653 mm y humedad relativa de 80% y una franja altitudinal comprendida entre los 1.200 y 2.700 msnm, el mes de mayor precipitación es noviembre con un valor total de 211.2 mm/año y el mes más seco es agosto con un total de 58.1 mm/año.

Extensión territorial: 163 Km²

Extensión Área Urbana: 7,48 Km²

Extensión Área Rural: 155,44 Km²

Zonas de vida: Las zonas de vida características en el municipio corresponden en un 59.06% a Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) y se encuentra localizada en un cinturón que se extiende desde el este siguiendo por el norte y oeste encerrando las otras zonas de vida.

Posición georreferencial

Latitud: 4,4

Longitud: -74,45

En la *Figura 3* se puede observar las coberturas con mayor predominancia en el municipio, las cuales son: áreas agrícolas heterogéneas, bosques, zonas urbanizadas y pastos. Coincidiendo con las actividades socioeconómicas del municipio que radica en usos agrícolas de clase A1, A2 y A3, clasificación que indica el grado de erosión del suelo siendo A3 la de mayor grado y A1 la de menor grado. Por otro lado, la gran cantidad de pastos, vocaciones orientadas al desarrollo del pastoreo y actualmente la incorporación del enfoque silvopastoril y finalmente, sus actividades de tipo comercial e industrial que está desarrollando el municipio en sus áreas urbanas (Concejo Municipal de Silvania, 2000).

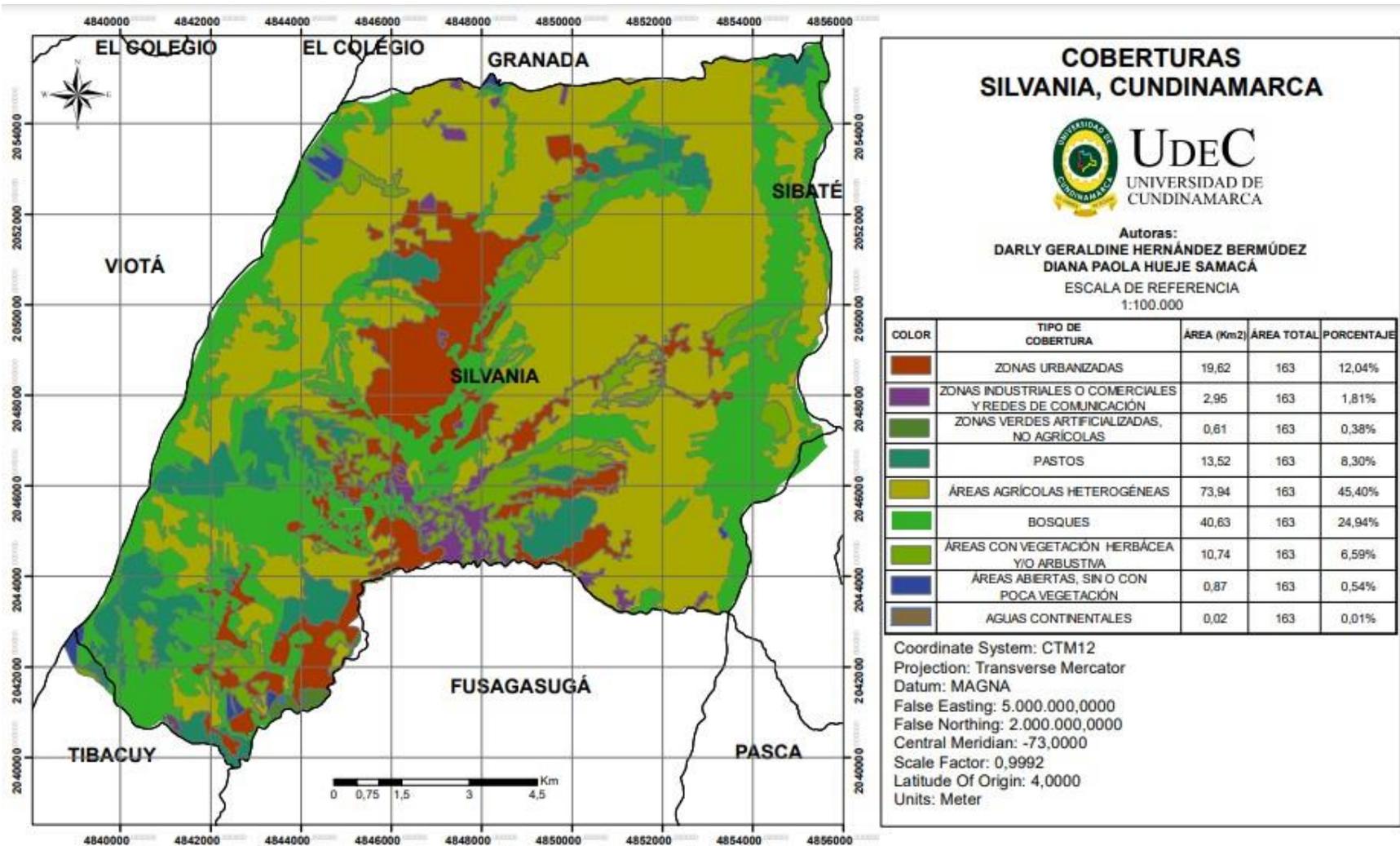


Figura 3. Distribución espacial de la cobertura del suelo con base en la cartografía del IGAC.

Fuente: Elaboración propia

5.2. IDENTIFICACIÓN DE FENÓMENOS Y EVENTOS AMENAZANTES

A partir de información documentada aportada por fuentes oficiales como la Alcaldía municipal, la Corporación Autónoma Regional-CAR, el Servicio Geológico Colombiano se indagó sobre los eventos registrados en el municipio por estas entidades y plasmados en documentos de dominio público como el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y el Plan de Desarrollo Municipal, lo cual permitió obtener datos concretos de fenómenos de origen natural reportados en Silvania, causas y magnitud de los mismos. Además, se descargó un registro histórico del portal DESINVENTAR, que comprende todos los fenómenos presentados en el municipio entre el año 1952 y 2017. Este último portal es un sistema de inventario de desastres el cuál se alimenta de los datos registrados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

5.2.1. Población y muestra (encuesta a aplicar)

Para culminar con esta fase, se elaboró una encuesta semiestructurada a algunos habitantes del municipio de Silvania, con el objetivo de reconocer la percepción de las personas que habitan diferentes sectores del municipio, frente a la ocurrencia de desastres naturales, la respuesta de las autoridades y el manejo que se le ha dado a fenómenos ya anteriormente ocurridos, la estructura de la encuesta se puede observar en la Tabla 25.

Para la realización de las encuestas se tuvieron en cuenta 8 veredas y el centro urbano del municipio. En este ejercicio se encuestaron 140 personas en total, 56 personas del centro urbano y 84 personas del área rural. La elección de las veredas y los lugares en los cuales se aplicaron las encuestas se obtuvo como consecuencia de una revisión previa de cartografía existente del año 2015 (última zonificación de escenarios de amenaza realizada por la CAR), a

partir de esta se identificaron las zonas de influencia, en las que se llevó a cabo la encuesta a la población. La muestra para esta encuesta se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(z^2 * p * q)}{(e^2) + \left(\frac{z^2 * p * q}{N} \right)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

e= Error admisible (0,1).

p= Probabilidad de éxito y fracaso (0,5).

q= probabilidad de éxito y fracaso (0,5).

z= Nivel de confianza (90%=1,65).

N= Población (22189)

Arrojando un valor de 68, por otro lado, se justifica la totalidad de los encuestados de 140 porque se percibió gran aceptación de los habitantes por lo que se prestaron las circunstancias para el desarrollo del doble de número de encuestas necesarias para cubrir la muestra.

5.2.2. Clasificación de la información obtenida por medio de la ponderación de eventos de mayor importancia

Una vez obtenida la información de los eventos de origen natural acontecidos en Silvania, se clasificó la información mediante una matriz de importancia, descrita por Thomas Saaty(Hurtado & Bruno, n.d.) un profesor universitario, matemático e inventor del proceso o análisis de jerarquía analítica, el cual consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas para obtener una decisión final mediante la construcción de un modelo jerárquico (AHP-The Analytic Hierarchy Process- Proceso analítico jerárquico). En este orden de ideas, se

tienen como componentes de la matriz una serie de criterios de decisión y unas alternativas que conllevan a la decisión final mediante la comparación en la matriz de jerarquía, esta comparación se realiza entre dos criterios o dos alternativas de acuerdo con el contexto y la apreciación de quien realiza la ponderación.

En este caso, el objetivo de la construcción de la matriz es la identificación de eventos de origen natural que más predominan en el municipio de Sylvania, para su posterior zonificación; se tienen como criterios: los datos reportados por DESINVENTAR y los datos obtenidos mediante la encuesta de percepción, teniendo como fundamento de decisión el porcentaje de ocurrencia de los fenómenos anteriormente mencionados. Posteriormente se tienen como alternativas de decisión todos aquellos fenómenos que han sido reportados en el municipio.

Inicialmente se determina el criterio (fuente de obtención de datos) de mayor relevancia, de acuerdo con una ponderación asignada en el que se tienen en cuenta para este caso la fiabilidad de los datos, el periodo de tiempo que abarca los datos; para ello se utiliza la escala que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Escala para el desarrollo de la matriz de jerarquía.

| Escala numérica | Escala verbal | Explicación de comparación entre elementos |
|------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Igualmente, importante | Los dos elementos contribuyen igualmente para la toma de decisión |
| 3 | Moderadamente importante | La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro |
| 5 | Fuertemente importante | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un elemento sobre el otro |
| 7 | Importancia muy fuerte | Un elemento es mucho más favorecido sobre el otro. |
| 9 | Importancia extremadamente fuerte | Definitivamente hay una mayor importancia de un elemento sobre el otro. |

Fuente: Saaty (1980)

Una vez se realizó la ponderación se calcula el vector resultante, mediante la suma de los valores por columna resultado de la ponderación y cada valor de la matriz inicial que ya fue ponderada se dividió por el total de su columna correspondiente, se obtuvo así una nueva matriz; la obtención del vector resultante fue el producto entre las dos matrices, lo cual permitió obtener el criterio de mayor relevancia el cual fue el de mayor valor.

Determinado el criterio de mayor relevancia se ponderó las alternativas de decisión (fenómenos reportados en el municipio) según la Tabla 1, teniendo en cuenta como criterio de decisión el que en la matriz inicial tuvo mayor relevancia, y se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Es necesario realizar la validez de las matrices, para ello se calculó la razón de consistencia:

$$\frac{\lambda_{\text{máx}}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{\sum_{j=1}^n w_j}}{n}$$

Siendo el índice de consistencia el resultado entre la relación generada por el promedio resultante entre vectores de consistencia (P) previamente calculados menos el número de criterios o alternativas (n) según sea el caso, y el número de criterios o alternativas (n) menos uno.

$$\frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

El índice de aleatoriedad es el resultado de la relación entre k (constante de aleatoriedad) multiplicado por la diferencia entre el número de criterios o alternativas (n) y 2, y el número de criterios o alternativas (n).

$$\frac{k * (n - 2)}{n}$$

$$k = 1,98$$

La matriz será consistente y tendrá validez para su análisis si el resultado de la razón de consistencia no supera un valor de 0,10(Hurtado & Bruno, n.d.).

5.3. ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD, VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO

Posterior a la identificación de los fenómenos y eventos amenazantes de origen natural en el municipio de Sylvania, se desarrolló la fase de zonificación a partir de insumos y parámetros adaptados a protocolos de fuentes oficiales como: IDEAM, DANE, DATOS ABIERTOS, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, SGC.; y la metodología se basó y adaptó al método de análisis de riesgos naturales de Mora y Vahrson (1993) y el protocolo para la zonificación de riesgos por incendios forestales del IDEAM, 2014.

Es así como para la zonificación de escenarios de riesgo a desastres naturales, en primera instancia se debe llevar a cabo la identificación de susceptibilidad, vulnerabilidad y amenaza, lo cual se desarrolló utilizando el Software ArcGis 10.8.

5.3.1. Determinación de la escala de trabajo y sistema de proyección

La escala de trabajo elegida para realizar la zonificación de los escenarios de riesgo es 1:100.000 debido a la disponibilidad de información suministrada por los diferentes geoportales utilizados.

El sistema geodésico de referencia utilizado fue Magna de acuerdo a las especificaciones técnicas acogidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, y el sistema de proyección con origen único nacional establecido según la Resolución 471 de 2020 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020)

5.3.2. Definición de variables intrínsecas y extrínsecas

De acuerdo a la metodología planteada por Mora & Vahrson (1993) y el protocolo para la zonificación de riesgos a incendios forestales del IDEAM (2014), previamente a la determinación del riesgo para remoción en masa, inundaciones e incendios forestales, la susceptibilidad y la amenaza están ligadas a unos factores intrínsecos (propios del sistema) y extrínsecos (externos o detonantes)(Sandoval & Ruiz, 2017).

En la Tabla 2 se presentan los requerimientos de información y las variables intrínsecas y extrínsecas por fenómeno de origen natural a zonificar.

Tabla 2 Variables intrínsecas y extrínsecas por escenario de riesgo

| Escenario de riesgo | Etapas del proceso | Tipo de variable | Información requerida | Fuente |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--|---|
| Remoción en masa | Susceptibilidad | Intrínseca | Geología | IGAC |
| | | | Coberturas | IGAC, IDEAM |
| | | | Pendientes | DEM (Modelo de Elevación Digital) USGS |
| | Amenaza | Extrínseca | Sismicidad | SGC |
| | | | Precipitación | IDEAM (Estaciones climatológicas) |
| Inundaciones | Amenaza | Intrínseca | Geomorfología | IGAC |
| | | | Litología | IGAC |
| | | | Pendientes | DEM (Modelo de Elevación Digital) USGS |
| | | | Huella de inundación | IGAC |
| | | Extrínseca | Precipitación | IDEAM (Estaciones climatológicas) |
| Incendios forestales | Susceptibilidad | Intrínseca | Coberturas (carga, duración y tipo de combustible) | IGAC, IDEAM |
| | Amenaza | Extrínseca | Accesibilidad (red vial) | INVIAS |
| | | | Temperatura | DEM (Modelo de Elevación Digital) USGS |
| | | | Precipitación | IDEAM (Estaciones climatológicas) |

| Escenario de riesgo | Etapas del proceso | Tipo de variable | Información requerida | Fuente |
|---------------------|--------------------|------------------|--|---|
| | | | Topografía | DEM (Modelo de Elevación Digital) USGS |
| | | | Datos históricos frecuencia de incendios | DESINVETAR |

Fuente: elaboración propia (Con base en IDEAM (2011))

5.3.3. Fenómenos por remoción en masa

La metodología de Mora & Vahrson, fue desarrollada en Costa Rica por Sergio Mora y Wilhelm Guenther Vahrson, en el año 1993 (López et al., 2020), el propósito de esta metodología es clasificar la amenaza a través la determinación inicial de factores de susceptibilidad o factores intrínsecos y factores detonantes o extrínsecos. Con estos factores se pudo definir las áreas en las que se pueden generar eventos de remoción en masa. Esto se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$H = EP * D$$

$$EP = SUSC * DISP$$

Donde:

- H: Amenaza
- EP: Producto entre los elementos intrínsecos (susceptibilidad)
- D: Producto entre los elementos extrínsecos (de disparo)
- SUSC: Factores de susceptibilidad
- DISP: Factores de disparo

5.3.3.1. Susceptibilidad

La información utilizada para la determinación de susceptibilidad de acuerdo con la metodología de Mora & Vahrson (1993), está registrada en la Tabla 2. En este sentido, la susceptibilidad es el producto de los aspectos geológicos, de cobertura y pendientes.

a. Geología:

Después de identificar y entender la influencia de los depósitos y formaciones que se encuentran en el municipio, se asignó un valor numérico al factor de litología, de la siguiente manera:

Tabla 3 Calificación factor geología

| Litología | Calcificación | Factor Sg |
|--|----------------------|------------------|
| Aluvión: Grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas: duras, permeable. Rocas intrusivas: poco fisuradas, bajo nivel freático. Basaltos, andesita, ignimbritas y similares: Sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas: Sanas, poco fisuradas, nivel freático bajo. | Baja | 1 |
| Rocas sedimentarias: Poco alteradas, estratificación maciza, poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: medianamente fisuradas o alteradas, nivel freático a profundidades intermedias. | Moderado | 2 |
| Rocas sedimentarias, rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas mediana a fuertemente alteradas. Niveles freáticos relativamente altos. | Medio | 3 |
| Aluviones fluvio lacustres, suelos piro clásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas. | Alto | 4 |
| Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre. Se incluyen los casos 3 y 4 con niveles freáticos muy someros sometidos a grandes hidrodinámicos elevados. | Muy Alto | 5 |

Fuente: IDEAM (2011)

b. Cobertura

Utilizando una clasificación previamente desarrollada el equipo que conforma el macroproyecto “Herramienta geoespacial para la construcción del diagnóstico socioambiental del Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Sylvania-Cundinamarca”, se llevó a cabo la identificación y clasificación de las coberturas de tierra en Sylvania, esto a partir de lo indicado en la Leyenda nacional de coberturas, logrando poder representar, determinar, catalogar y contrastar las características de las coberturas, obtenidas a partir de la utilización de imágenes

satelitales (Anexo A) para la materialización de mapas de cobertura a diferentes escalas. El esquema metodológico Corine Land Cover involucró las siguientes fases: adquisición y organización de la información; análisis e interpretación de las coberturas; confirmación en campo (sujeto a particularidades del proyecto), revisión de calidad y producción de la capa temática escala 1:100.000. Posteriormente se realizó la calificación para coberturas según lo mostrado en la Tabla 4.

Tabla 4 Calificación factor cobertura

| Cobertura | Calificación | Factor Sc |
|--|---------------------|------------------|
| Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | Muy Baja | 1 |
| Tejido urbano continuo | | |
| Tejido urbano discontinuo | | |
| Zonas industriales o comerciales | | |
| Instalaciones recreativas | | |
| Arbustal denso | Baja | 2 |
| Herbazal denso de tierra firme | | |
| Plantación forestal | | |
| Mosaico de pastos con espacios naturales | Moderada | 3 |
| Cultivos confinados | | |
| Mosaico de cultivos | | |
| Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | | |
| Pastos enmalezados | Alta | 4 |
| Pastos limpios | | |
| Mosaico de pastos y cultivos | | |
| Cultivo de papa | Muy Alta | 5 |
| Zonas de extracción minera | | |

Fuente: IDEAM (2011)

c. Pendientes

Una vez se descargó el Modelo de Elevación Digital que cubría la extensión del municipio se procede a utilizar la herramienta “slope”, utilizada para la determinación de

pendientes, se eligió la opción de generar pendientes en porcentaje, y finalmente se generó la calificación mediante una reclasificación de las pendientes, como se muestra en *Tabla 5*

Tabla 5 Calificación factor pendientes

| PENDIENTE | CALIFICACIÓN |
|-----------|--------------|
| 0 – 1% | 1 |
| 1 – 3% | 1 |
| 3 – 7 % | 2 |
| 7 – 12% | 3 |
| 12 – 25% | 4 |
| >25% | 5 |

Fuente: IDEAM (2011)

5.3.3.2. Amenaza

Para hallar amenaza, se tuvieron en cuenta los factores de extrínsecos o detonantes que se muestran en la Tabla 2.

a. Sismicidad

La metodología Mora & Vahrson clasifica el valor del factor Ds en 10 rangos teniendo en cuenta los datos de “aceleración pico efectiva” en la zona de estudio. Para este trabajo se utilizó los datos provenientes del Servicio Geológico Colombiano, que ubica a todo el municipio de Sylvania en una zona de amenaza sísmica intermedia o moderada.

Tabla 6 Calificación factor sismicidad

| Intensidad MM | Aceleraciones Pico (% g) | Aceleración PGA (m/s ²) | Calificación | Factor Ds |
|---------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------|
| III | 1-12 | 0,098-1,226 | Muy Bajo | 1 |
| IV | 13-20 | 1,227-2,011 | | |
| V | 21-29 | 2,012-2,894 | Bajo | 2 |
| VI | 30-37 | 2,895-3,679 | | |
| VII | 38-44 | 3,680-4,365 | Moderado | 3 |
| VIII | 45-55 | 4,366-5,445 | | |
| IX | 56-65 | 5,446-6,426 | Alto | 4 |
| X | 66-73 | 6,427-7,210 | | |
| XI | 74-85 | 7,211-8,388 | Muy Alto | 5 |
| XII | >85 | >8,389 | | |

Fuente: IDEAM (2011)

b. Precipitación

Este factor detonante, se obtuvo a partir del tratamiento de datos aportado por las estaciones climatológicas registradas en la Tabla 7 previamente descargadas del geoportal IDEAM, estas brindaron datos de precipitación en un periodo de 18 años comprendido entre el año 2001 y el año 2018.

Tabla 7 Estaciones climatológicas utilizadas

| Código | Nombre | Longitud | Latitud | Altitud | Estado |
|---------------|--------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|
| 21201310 | Preventorio Infant | -74,2675 | 4,4654 | 2650 | Activa |
| 21201320 | La Unión | -74,2688 | 4,5094 | 2640 | Activa |
| 21190030 | Tibacuy | -74,4545 | 4,3481 | 1635 | Activa |
| 21190460 | Batan | -74,4000 | 4,3500 | 2240 | Activa |
| 21195120 | ITA_Valsalice | -74,3961 | 4,3958 | 1460 | Activa |
| 21202160 | Hidroparaiso | -74,4000 | 4,5745 | 1685 | Activa |

Fuente: elaboración propia

Posteriormente mediante una importación de datos y creación de un Shapefile en el software ArcGIS, arrojaron información de precipitación promedio para el municipio, después se utilizó la herramienta IDW, ya que es un método netamente estadístico que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones.

Tabla 8 Calificación factor precipitación

| RANGO PRECIPITACIÓN | VALORACIÓN DETONANTE |
|----------------------------|-----------------------------|
| 0 – 1000 | 1 |
| 1000 – 1500 | 2 |
| 1500 – 2000 | 3 |
| 2000 – 2500 | 4 |
| >2500 | 5 |

Fuente: IDEAM (2011)

Finalmente, utilizando el álgebra de mapas en ArcGIS, la determinación de amenaza estuvo sujeta al producto entre los factores de susceptibilidad y los factores detonantes, de la siguiente manera:

$$\text{Amenaza Remoción en masa} = (\text{susceptibilidad}) * (\text{sismicidad} + \text{precipitación})$$

5.3.4. Inundaciones

La zonificación de la amenaza por inundaciones fue el resultado de la superposición de capas (formato Shapefile) y el análisis de valoración ponderada de las mismas, utilizando el álgebra de mapas en ArcGIS.

5.3.4.1. Susceptibilidad

a. Geomorfología

Haciendo uso de la capa de geomorfología que se obtuvo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) se identificó y se generó una calificación a las geoformas características del municipio, la calificación de estas características se encuentra registrada en la *Tabla 9*.

Tabla 9 Calificación factor geomorfología

| Unidad Geomorfológica | Calificación | Calificación de la amenaza |
|--|--------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Promontorios de desechos de cantera • Ladera estructural • Cerros residuales • Canteras | 1 | Muy bajo |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal • Ladera estructural desnudada y residual • Conos de talus • Comisas estructurales • Escarpe de línea de falla • Ladera de contrapendiente estructural • Laderas estructurales anticlinales | 2 | Bajo |
| <ul style="list-style-type: none"> • Cono de deslizamiento traslacional antiguo • Cono de deslizamiento traslacional reciente • Planchas estructurales denudadas • Conos y lóbulos coluviales y solifluxio | 3 | Moderado |
| <ul style="list-style-type: none"> • Planicies y deltas lacustrinos • Conos de deyección | 4 | Alto |
| <ul style="list-style-type: none"> • Planicies o llanuras de inundación • Meandros abandonados • Cuencas de decantación fluvial | 5 | Muy alto |

Fuente: Monroy & Prada, 2019

b. Pendiente

Se utilizó el Modelo Digital de Elevación con el que se obtuvo la información de pendientes y se generó posteriormente la calificación de estas (ver *Tabla 10*).

Tabla 10 Calificación factor pendientes

| Valor de pendiente (%) | Calificación | Calificación de la amenaza |
|------------------------|--------------|----------------------------|
| >81 | 1 | Muy bajo |
| 61-80 | 2 | Bajo |
| 41-60 | 3 | Moderado |
| 21-40 | 4 | Alto |
| <20 | 5 | Muy alto |

Fuente: Monroy & Prada, 2019

c. Litología

La calificación generada para el aspecto litológico está relacionada con parámetros aproximados de permeabilidad según el tipo de roca, dados por la guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000(Monroy & Prada, 2019)

Tabla 11 Calificación factor litología

| Litología | Geología | Permeabilidad | Categoría | Calificación de la amenaza |
|--|-------------------|---------------|-----------|----------------------------|
| Arsénicas: Sedimentos clásticos de grado medio a grueso de composición cuarzosa y ocasionalmente subarcisca, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas. | Rocas intermedias | Semipermeable | 1 | Muy bajo |
| Arsénicas: Sedimentos clásticos de grado medio a grueso de composición cuarzosa y ocasionalmente subarcisca, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas. | Rocas duras | Semipermeable | 2 | Bajo |
| Gravas y Arenas: sedimentos clásticos, con partículas de tamaño | Suelos residuales | Semipermeable | 3 | Moderado |

| Litología | Geología | Permeabilidad | Categoría | Calificación de la amenaza |
|--|----------------------|---------------|-----------|----------------------------|
| variado y de composición heterogénea e intercalaciones de limo y arcillas. | | | | |
| Aluviales y lacustres: Depósitos composición heterogénea y tamaño heterométricos de forma subredondeada en matriz areno limosa con niveles de arenas, limos y arcillas | Suelos transportados | Impermeable | 4 | Alto |
| Coluviales: Materiales de composición heterogénea tamaño y forma en general angular, con matriz areno limosa y limo arcillosa. | Suelos coluviales | Impermeable | 5 | Muy Alto |

Fuente: Monroy & Prada, 2019

d. Huella de inundación

Para obtener la información de huella de inundación en el municipio, se descargó inicialmente la capa de ríos de Colombia, se realizó el recorte con el municipio y se señalaron zonas de influencia mediante el Geoprocesamiento “buffer”, estos cada 100 metros como se puede observar en la *Tabla 12*.

Tabla 12 Calificación factor huella de inundación.

| Distancia (metros) | Calificación | Calificación de Amenaza |
|--------------------|--------------|-------------------------|
| >500 | 1 | Muy bajo |
| 400 | 2 | Bajo |
| 300 | 3 | Moderado |
| 200 | 4 | Alto |
| 100 | 5 | Muy alto |

Fuente: Monroy & Prada, 2019

5.3.4.2. Amenaza

El factor detonante para inundaciones es la cantidad de precipitación, para ello se utilizaron los datos aportados por las estaciones climatológicas del IDEAM y con ayuda del software ArcGis se identificó los rangos de precipitación media anual para el territorio de Sylvania y con ello aplicar la calificación consignada en la *Tabla 13*.

Tabla 13 Calificación factor precipitación

| Precipitación media anual (mm) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|--------------------------------|--------------|----------------------|
| 900-1000 | 1 | Muy Baja |
| 1001-1100 | 2 | Baja |
| 1101-1200 | 3 | Moderada |
| 1201-1300 | 4 | Alta |
| <1301 | 5 | Muy alta |

Fuente: Monroy & Prada, 2019

Finalmente, la amenaza por inundaciones se obtuvo con ayuda del álgebra de mapas, a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza por inundaciones} = \frac{\text{Precipitación media anual}}{1000} \times 0,31 + \frac{\text{Categoría de Amenaza}}{5} \times 0,2 + \frac{\text{Precipitación media anual}}{1300} \times 0,13 + \frac{\text{Categoría de Amenaza}}{5} \times 0,16$$

La ecuación anterior es resultado de la ponderación de relevancia, para cada aspecto influyente en la amenaza por inundaciones, es así como según la matriz de Saaty se obtienen valores de preponderancia para cada uno de los aspectos allí señalados.

5.3.5. Incendios Forestales

Según lo estipulado el protocolo para la zonificación de riesgos a incendios del IDEAM (2011), se hace uso de la información de la *Tabla 2*.

5.3.5.1. Susceptibilidad

Se inicia con la producción del mapa de tipo de combustibles, con la aplicación del mapa de cobertura de Sylvania, clasificando los tipos de combustibles y posteriormente otorgar una calificación y así mismo una categoría como se muestra en *Tabla 14*, en donde relacionan las diferentes coberturas que puede llegar a tener el municipio.

Tabla 14. Categoría y calificación según el tipo de combustible.

| Tipo de combustibles | Calificación | Categoría de Amenaza |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Árboles | 2 | Baja |
| Árboles y arbustos | 3 | Moderada |
| Arbustos | 4 | Alta |
| Hierbas | 4 | Alta |
| Pastos/hierbas | 5 | Muy Alta |
| Pastos | 5 | Muy Alta |
| No combustibles | 1 | Muy baja |
| Áreas urbanas | 1 | Muy baja |

Fuente: IDEAM (2011)

Luego de la anterior clasificación se procedió a realizar el mapa de duración de combustibles a partir de una reclasificación según el tipo de combustibles predominantes evidenciados en la *Tabla 15*.

Tabla 15. Categoría y calificación según la duración de los combustibles.

| Duración de combustibles | Calificación | Categoría de Amenaza |
|---|---------------------|-----------------------------|
| No combustibles | 1 | Muy Baja |
| Áreas urbanas | 1 | Muy Baja |
| 100 horas (Predominio de árboles) | 2 | Baja |
| 10 horas (Predominio de arbustos y hierbas) | 3 | Moderada |
| 1 hora (Predominio de pastos) | 4 | Alta |

Fuente: IDEAM (2011)

Por último, en esta fase de susceptibilidad es la determinación del mapa de carga de combustibles, expresada en toneladas por hectárea, de igual forma por medio de una reclasificación desde la clasificación previa de carga de combustibles obteniendo la siguiente clasificación mostrada en la *Tabla 16*.

Tabla 16. Categoría y calificación según la carga total de combustibles.

| Carga total de combustibles | Calificación | Categoría de Amenaza |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| No combustibles | 1 | Muy Baja |
| Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha) | 1 | Muy Baja |
| Baja (1-50Ton/Ha) | 2 | Baja |
| Moderada (50 a 100 Ton/Ha) | 3 | Moderada |
| Muy alta (más de 100 Ton/Ha) | 4 | Alta |

Fuente: IDEAM (2011)

En cuanto la generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios se procedió a hacer el cálculo del producto entre los tres mapas anteriormente mencionados.

Susceptibilidad de la vegetación = Calificación por tipo de combustible + Calificación de la duración de los combustibles + Calificación de la carga total de combustibles.

5.3.5.2. Amenaza

Luego de la generación del mapa de susceptibilidad por vegetación se procede a la incorporación de las variables climáticas y de accesibilidad otorgando calificación y categoría como se muestra en la Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 17. Categoría y calificación por precipitación media anual.

| Precipitación media anual (mm) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|--------------------------------|--------------|----------------------|
| Árido (0-500) | 1 | Muy Baja |
| Pluvial (>7000) | 1 | Muy Baja |
| Muy húmedo (3000-7000) | 2 | Moderada |
| Húmedo (2000-3000) | 3 | Moderada |
| Seco (1000-2000) | 4 | Alta |
| Muy seco (500-1000) | 5 | Muy Alta |

Fuente: IDEAM (2011)

Tabla 18. Categoría y calificación por temperatura media anual.

| Temperatura media anual (°C) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|------------------------------|--------------|----------------------|
| Nival (<1.5) | 1 | Muy Baja |
| Extremadamente frío (1.5-6) | 1 | Muy Baja |
| Muy frío (6-12) | 2 | Moderada |
| Frío (12-18) | 3 | Moderada |
| Templado (18-24) | 4 | Alta |
| Cálido (>24) | 5 | Muy Alta |

Fuente: IDEAM (2011)

Tabla 19. Categoría y calificación por pendiente media.

| Pendiente media (%) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|---------------------|--------------|----------------------|
| 0-7% | 1 | Muy Baja |
| 7-12% | 1 | Baja |
| 12-25% | 2 | Moderada |

| Pendiente media (%) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|---------------------|--------------|----------------------|
| 25-75% | 3 | Moderada |
| >75% | 4 | Muy Alta |

Fuente: IDEAM (2011)

Continuando, se incorporan las variables de factor histórico, a partir de la interpretación y distribución espacial de los eventos reportados en el portal de DESINVENTAR. Además de la variable de accesibilidad obtenida por medio de buffer asimilando el área de influencia que puede llegar a tener un posible incendio sobre las mismas (Tabla 20)

Tabla 20. Categoría y calificación por distancia a la vía.

| Distancia a la vía (Buffer en metros) | Calificación | Categoría de Amenaza |
|---------------------------------------|--------------|----------------------|
| 0-500 | 5 | Muy Alta |
| 500-1000 | 4 | Alta |
| 1000-1500 | 3 | Moderada |
| 1500-2000 | 2 | Baja |
| Más de 2000 | 1 | Muy Baja |

Fuente: IDEAM (2011)

Finalmente se realizó el mapa de amenaza total a incendios con la siguiente fórmula, efectuando el cálculo en la calculadora ráster:

Amenaza = susceptibilidad de la vegetación X (0,17) + precipitación X (0,25) + temperatura X (0,25) + pendientes X (0,03) + frecuencia X (0,05) + accesibilidad x (0,03)

5.3.6. Vulnerabilidad

En la determinación de la vulnerabilidad total fueron claves factores poblacionales, territoriales, ecológicos, infraestructurales, patrimoniales, económicos e institucionales, tal y como se menciona de igual forma en el protocolo para la zonificación a riesgos por incendios. Representado así en la siguiente ecuación:

Tabla 22. Calificación según distancias para infraestructura.

| Distancia (metros) | Calificación | Categoría |
|--------------------|--------------|-----------|
| 0-500 | 5 | Muy Alta |
| 500-1000 | 4 | Alta |
| 1000-1500 | 3 | Moderada |
| 1500-2000 | 2 | Baja |
| Más de 2000 | 1 | Muy Baja |

Fuente: IDEAM, 2011

Por otro lado, la vulnerabilidad patrimonial, se generó desde la capa de reserva naturales de Silvania, en donde se observaron tres de ellas, se logró dos calificaciones, 5 para el área que correspondía a la reserva natural y 1 para el restante del territorio.

En la vulnerabilidad económica, se determinaron las áreas importantes para la producción de bienes y servicios, de la siguiente manera *Tabla 23* tomando la categoría y calificación de la vulnerabilidad ecológica y territorial.

Tabla 23. Calificación según cobertura para la vulnerabilidad económica.

| TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3) | VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA) | VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN) |
|---|---|--|
| 2.3.1. Pastos limpios | Alta | 4 |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | Alta | 4 |
| 2.4.1. Mosaico de Cultivos | Muy Alta | 5 |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | Moderada | 3 |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | Alta | 4 |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | Alta | 4 |
| 3.1.1. Bosque denso | Baja | 2 |
| 3.1.3. Bosque Fragmentado | Moderada | 3 |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario | Baja | 2 |
| 3.2.1. Herbazal | Baja | 2 |
| 3.2.2. Arbustal | Baja | 2 |
| 3.3.2 Afloramientos rocosos | Muy Baja | 1 |

| TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3) | VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA) | VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN) |
|---|---|--|
| 3.3.5. Zonas glaciares y nivales | Muy Baja | 1 |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | Muy Baja | 1 |

Fuente: IDEAM (2011)

De igual manera para la vulnerabilidad ecológica se hace uso de la categorización y calificación consignada en la *Tabla 23*. Sometidos a los biomas y ecosistemas colombianos que podrían ser afectados de manera considerable por la ocurrencia de algún evento que ocasione desastres de origen natural.

Finalmente, la vulnerabilidad institucional evalúa la distancia de los puntos en donde están ubicadas las instituciones de apoyo, como la policía, bomberos, cruz roja y defensa civil, entre otros creando zonas de influencia y calificándolos según la distancia de tal modo que la prestación de sus servicios sea lo más oportuna posible, asignado calificación de 1 a una distancia de 100m y 5 a las distancias más lejanas.

5.3.7. Riesgo

Para la obtención de cartografía final que aportará la información concerniente al riesgo a fenómenos de remoción en masa, inundaciones e incendios forestales en el municipio de Silvania, se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

La generación de estos mapas de riesgo fue el resultado del cálculo realizado en la calculadora ráster del software ArcGis y para ello fue necesario que cada archivo generado anteriormente estuviera en formato ráster. Por lo tanto, se categorizó el riesgo para cada fenómeno, como se muestra a continuación:

Tabla 24 Categoría y calificación del riesgo.

| CATEGORÍA DE RIESGO | CALIFICACIÓN |
|---------------------|--------------|
| Muy Alta | 5 |
| Alta | 4 |
| Moderada | 3 |
| Baja | 2 |
| Muy baja | 1 |

Fuente: elaboración propia

Tratamiento de datos:

Concluyendo con la fase de zonificación del riesgo, se debe mencionar que cada uno de los archivos obtenidos y utilizados para la determinación de riesgo a fenómenos de remoción en masa, inundaciones e incendios forestales, quedaron consignados en una Geodatabase organizados mediante clases de entidad (Feature class).

5.3.8. Formulación de medidas estructurales y no estructurales

Para esta última fase, previamente se consultó con la comunidad, mediante la encuesta realizada en algunos sectores del municipio (ver Tabla 25), aportando un acercamiento a los fenómenos encontrados y así mismo a las áreas con mayor riesgo, además se buscaron fundamentos teóricos de bibliografía con trabajos realizados sobre el mismo campo, según los requerimientos que exija cada fenómeno, indagando en las medidas establecidas que tengan soporte técnico.

Además, se pretende que estas medidas reduzcan de manera considerable el riesgo a los fenómenos de Incendios forestales, inundaciones y remoción en masa, con la implementación de estas medidas por parte de las autoridades territoriales. De igual forma alimentar el macroproyecto "Herramienta geoespacial para la construcción del diagnóstico socioambiental del Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Sylvania-Cundinamarca".

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1. FENÓMENOS IDENTIFICADOS

A partir de la revisión bibliográfica fue posible identificar en el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de Sylvania Cundinamarca, que los eventos amenazantes para el municipio principalmente son: fenómenos de remoción en masa, inundaciones e incendios forestales. Es así como se destaca que el grado de amenaza es proporcional a la localización geográfica del municipio (Mahecha et al., 2012).

Según la zonificación realizada por INGEOMINAS en el año 2012 se destaca el municipio de Sylvania, como uno de los municipios implícitos que presentan amenazas relativamente altas de acuerdo con su ubicación geográfica, ya que está situado en las vertientes occidental y oriental de la cordillera oriental, que de acuerdo con su orografía es susceptible a fenómenos amenazantes como remoción en masa y deslizamientos (Pinto Blanco, 2016).

Entre 1917 y 2013 Sylvania presentó una cantidad de 19 eventos correspondiéndole un 0,7% dentro de todos los municipios de Cundinamarca, los eventos más frecuentes corresponden a deslizamientos e inundaciones (DESINVENTAR, n.d.).

Así mismo, de acuerdo con la información extraída del portal DESINVENTAR en la cual se señala que los eventos ocurridos relacionados a desastres naturales son: deslizamiento, avenida torrencial, incendio forestal e inundación. Siendo los incendios forestales los que presentaron mayor porcentaje de ocurrencia y en contraste las inundaciones fueron los eventos con menor porcentaje de ocurrencia, como se presenta en la Figura 4. Sin embargo, cabe resaltar que esta información se corroboró con la publicada en la UNGRD, la cual tuvo similitud.

En cuanto al inventario de desastres presentados en el municipio de Sylvania, se destaca que en un alto porcentaje estos fueron generados por causas conocidas de tipo natural.



Figura 4 Porcentaje de ocurrencia de fenómenos de origen natural en Sylvania.

Fuente: (DESINVENTAR, n.d.)

En cuanto a los deslizamientos ocasionados por fenómenos de remoción en masa, en la parte Nor-Oeste del municipio en donde se registra la amenaza más alta, hacía la cuchilla de Peñas Blancas, por ser lugares con pendientes fuertes y escarpadas. En más de un 25% de amenaza se encuentra ubicada la cuchilla de Jalisco, San Luis y San Miguel. El 73% del municipio es susceptible a deslizamiento moderadamente alto. Y la zona con calificación media se encuentra en el sur del municipio con un 25% (Mahecha et al., 2012).

Por otro lado, la amenaza de inundación y crecidas debido a la presencia de grandes ríos como lo son el Rio Subia, Rio Barro Blanco, Rio Los Panches. En ocasiones el volumen e intensidad de las lluvias sobrepasa la capacidad de almacenamiento de las cuencas y el cambio o el déficit de cobertura vegetal puede reducir la capacidad de amortiguamiento, causas esenciales de las crecidas e inundaciones. Es importante resaltar que las inundaciones son la principal amenaza en el municipio en cuanto a la zona urbana(Martínez, 2004).

Las avenidas torrenciales reportadas en el municipio de Sylvania, al igual que las crecidas presentadas en el municipio, son a causa del desbordamiento de los grandes cauces presentes en el área de estudio, provocando así el arrastramiento de cantidades considerables de sedimentos. Sumado a esto, se presenta una pérdida de la cobertura vegetal. Dejando desnuda la superficie de los suelos, dejándolos propensos a que sucedan eventos de desastre natural.

En Cundinamarca, el porcentaje de cobertura que predomina es hierbas, pastos y zonas verdes urbanas, lo cual incide directamente con la susceptibilidad frente a la ocurrencia de un incendio forestal, por estar con la calificación de categoría muy alta. En épocas de baja precipitación la probabilidad de que suceda un incendio es más alta puesto que, la radiación solar incide directamente en la cobertura, consecuentemente de acuerdo con un análisis presentado por la CAR en el año 2015 los meses del año en los que son más frecuentes fenómenos como deslizamientos e inundaciones, son: Abril, mayo, junio y noviembre; que coinciden precisamente con las épocas del año con mayor pluviosidad(Pinto, 2016).

Cabe resaltar, que según el portal de DEINVENTAR que la distribución temporal eventos registrados en Sylvania desde el año 1952 al 2017, presenta un rango de sucesos ocurridos de 0 a 7, mostrando que el año 2017 tuvo una mayor cantidad llegando al tope de 7,

y que a partir del año 2013 los datos se muestran en alza hasta la última fecha reportada como se muestra en la *Figura 5*. No obstante, es posible que en los primeros años haya un subregistro y no se encuentre el reporte cargado de todos los fenómenos en la plataforma, es preciso aclarar que en los primeros años del registro es posible que no se consignaran datos de la totalidad de los fenómenos ocurridos.



Figura 5 Distribución temporal de eventos registrados

Fuente:(DESINVENTAR, n.d.).

6.1.1. Encuesta aplicada

En cumplimiento con el desarrollo de la identificación de fenómenos y eventos amenazantes de carácter natural que tienen influencia en el municipio de Sylvania Cundinamarca, se llevó a cabo la aplicación de una encuesta a los habitantes de diferentes sectores del municipio. A continuación, se presenta la Tabla 25, que refleja las preguntas realizadas a los habitantes del municipio.

Tabla 25. Preguntas de la encuesta realizada en el municipio de Silvania Cundinamarca

| PREGUNTAS |
|---|
| 1. ¿Cuánto tiempo lleva habitando el sector? |
| 2. ¿Considera que su lugar de residencia es propenso a la ocurrencia de los fenómenos naturales? |
| 3. ¿Qué fenómeno(s) de origen natural ha presenciado en el municipio? |
| 4. ¿Hay un sistema de monitoreo para este (os) riesgo (s)? |
| 5. Si tiene conocimiento de algún fenómeno anteriormente mencionado, presentado en el municipio. ¿Cuáles cree que fueron las afectaciones socioeconómicas y medio ambientales? |
| 6. ¿Siente usted que la alcaldía municipal está preparada para este tipo de fenómenos? |
| 7. ¿Tiene usted conocimiento de políticas y programas que este implementando la alcaldía? (Por ejemplo: Subsidios, prestamos, seguros, alerta temprana). |
| 8. Si su respuesta anterior es Si, indique ¿Cuál o cuáles? |
| 9. ¿Tiene usted conocimiento de construcciones implementadas por la alcaldía municipal para disminuir el riesgo a desastres naturales? (Por ejemplo: muros de contención, sistemas de drenaje, entre otros) |
| 10. Si su respuesta anterior es Sí, indique ¿Cuál o cuáles? |
| 11. ¿Conoce los planes de emergencia del municipio? |
| 12. Si su respuesta anterior fue afirmativa, ¿Cree usted que los planes de contingencia son aptos para la problemática presente en el área? |
| 13. ¿Cuándo fue la última vez que se realizó un simulacro de emergencia? |

Fuente: elaboración propia

Para el análisis de los datos obtenidos mediante la encuesta realizada, se buscó la interacción entre la información obtenida, agrupando algunas preguntas que se relacionan entre sí para proporcionar una visión cualitativa y cuantitativa del objetivo primordial de la encuesta, que se debe a la obtención de información a partir de la percepción de la comunidad.

Por lo tanto, las preguntas 1, 2 y 3 corresponden a la aprehensión de ocurrencia de fenómenos de origen natural en el sector en el que la persona habita actualmente, en contraste con el tiempo en el que ha habitado la persona el sector; para este caso el 48%, el 43% y el 9 %, han vivido en el mismo sector por más de 16 años, entre 0 y 10 años, y entre 11 y 15 años respectivamente. Además del total de las personas encuestadas se obtuvo que la apreciación

sobre si el lugar de residencia es propenso a la ocurrencia de fenómenos naturales, se registró en la Tabla 26.

Tabla 26 Resultado expresado en porcentaje pregunta 2 de la encuesta realizada.

| ¿Considera que su lugar de residencia es propenso a la ocurrencia de los fenómenos naturales? | | |
|--|------------------|-----------|
| Vereda | Respuesta | |
| | Si | No |
| Agua Bonita | 9.51% | 0.54% |
| Loma Alta | 6.79% | 0.82% |
| Noruega Alta | 4.62% | 1.54% |
| Panamá | 7.07% | 1.63% |
| Perímetro urbano | 27.17% | 5.43% |
| San José bajo | 5.98% | 0.27% |
| San Luis Alto | 7.88% | 0% |
| Subia Central | 8.97% | 0.27% |
| Yayatá | 11.14% | 0.27% |
| TOTAL | 89.13% | 10.27% |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo, a los datos obtenidos de las respuestas a la pregunta 2, es claro indicar que casi el 90% de la población encuestada tiene una percepción clara de la probabilidad de ocurrencia de cualquier fenómeno de tipo natural en el lugar de residencia. Consecuentemente en la Figura 6 se presentan los fenómenos de origen natural que según los encuestados han presenciado en el municipio, siendo los deslizamientos, las tormentas eléctricas y las inundaciones los fenómenos que han sucedido con mayor frecuencia.

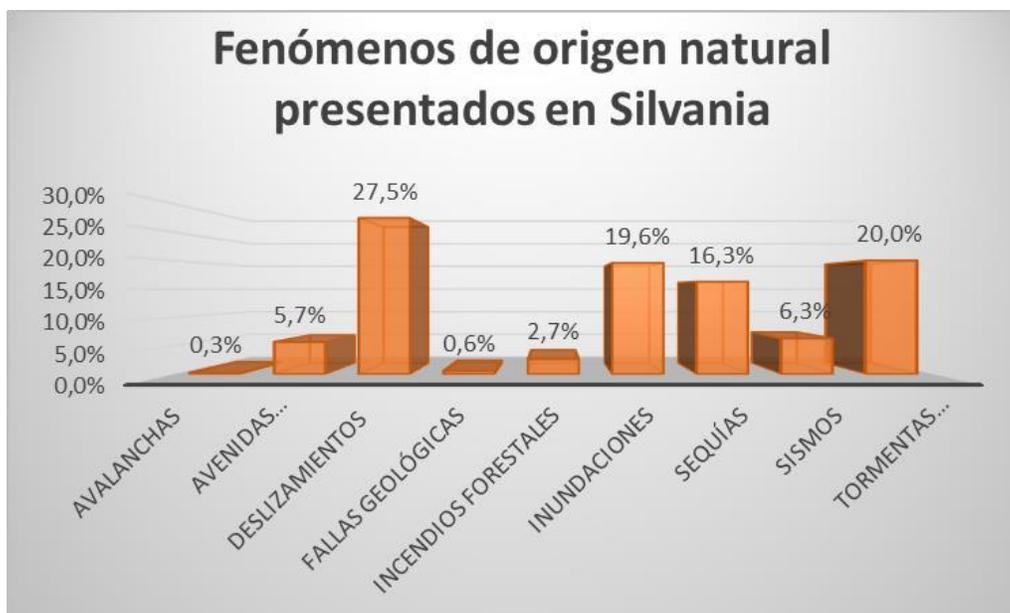


Figura 6 Percepción de las personas encuestadas sobre la ocurrencia de fenómenos de origen natural en Sylvania Cundinamarca.

Fuente: elaboración propia.

En concordancia, los resultados de estas preguntas iniciales, indican la sensación de riesgo que poseen los habitantes de algunos sectores del municipio de Sylvania, teniendo en cuenta que muchos de ellos llevan mucho tiempo habitando el sector y han presenciado diversos fenómenos de origen natural, tal como se observa en la Figura 6, con esto se permite que la comunidad esté involucrada con un criterio participativo acerca de la ocurrencia de estos eventos con lo cual se favorece el conocimiento del territorio, la prevención y la mitigación de estos eventos en el futuro (Clarke & Pineda, 2007).

Los datos aportados por la pregunta 5, registrados en la Figura 7 reflejan como los eventos ocurridos en el municipio han afectado social, económica y ambientalmente al municipio, siendo la escasez de agua, contaminación a afluentes, así como bienes muebles e inmuebles que según los habitantes del municipio se han afectado en mayor medida, también infraestructura vial y cultivos. En zonas de rondas hídricas propensas al riesgo por

inundaciones se presenta un impacto significativo ya que, generalmente son áreas en donde están ubicadas poblaciones en condición de pobreza(OCDE, 2019).

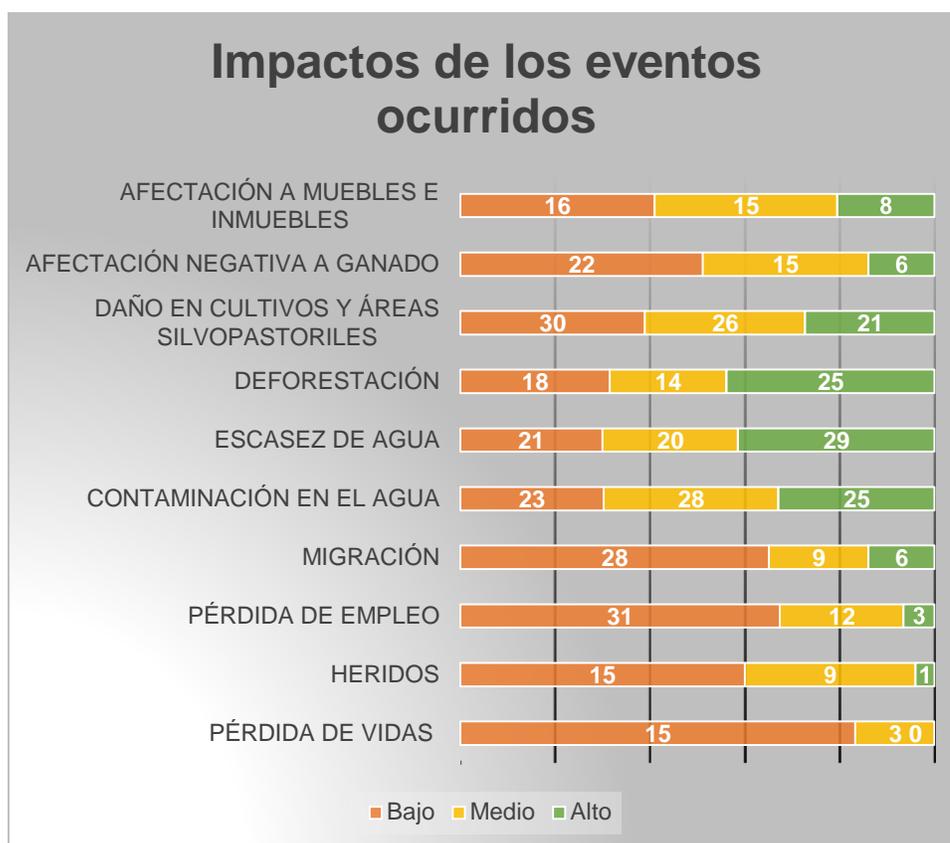


Figura 7 Impactos generados por fenómenos naturales ocurridos en Silvania

Fuente: elaboración propia

Las preguntas 4, 6,7,8,9 y 10 tenían como objetivo identificar la actuación de las autoridades locales del municipio frente a la ocurrencia de estos fenómenos, lo anterior mediante sistemas de monitoreo, mitigación o prevención a desastres, por lo tanto, el 70% de las personas encuestadas indicaron que percibían que la alcaldía municipal no estaba preparada para afrontar este tipo de fenómenos, coinciden en que la Alcaldía no solo no está preparada ante estos eventos, sino que al mismo tiempo desconocen o no saben sobre políticas o programas que la Alcaldía haya implementado hasta el momento.

Es así como del 33.15% de las personas que respondieron SI, frente a la pregunta 7 que trata sobre la implementación de programas o políticas por parte de la Alcaldía municipal, un 8.15% indicó que un programa implementado fue la alerta temprana, el 23.64% indicó que han recibido o tienen conocimiento de subsidios impartidos para la mitigación de las consecuencias que este tipo de fenómenos han generado, el 1.09% y el 0.27% hacen referencia a la presencia de la Alcaldía municipal y el apoyo de las juntas de acción comunal respectivamente.

No obstante, el 53.26% del total de las personas encuestadas señalaron que la Alcaldía municipal si ha implementado construcciones como medidas de disminución de estos riesgos, construcciones tales como: muros de contención, sistemas de drenaje, sistema óptimo de alcantarillado, gaviones y pibotes, es importante aclarar que el 70% de las personas encuestadas como se había mencionado anteriormente no creen que las autoridades municipales están preparadas ante la ocurrencia de estos eventos a pesar que reconocen que en el municipio si hay construcciones para mitigar estos riesgos, así, finalmente los que votaron que la alcaldía no estaba preparada dicen que estas construcciones no son eficientes porque no cubren la totalidad de las zonas de riesgo del municipio. Entre tanto, según lo manifestado por los pobladores del municipio, las construcciones con mayor porcentaje de implementación son los muros de contención indicando que estos solo protegían el centro urbano.

Finalmente, se agruparon los resultados obtenidos para las preguntas 11,12 y 13, para llevar a cabo el análisis sobre planes de emergencia y contingencia en el municipio, como resultado se obtuvo que solo el 15% de las personas encuestadas tienen conocimiento sobre los planes de emergencia implementados en Sylvania y de este porcentaje solamente el 9,25% menciona que estos planes son aptos para las problemáticas presentes en el área residencia,

lo último relacionado con la amenaza de eventos naturales y todo lo que esto conlleva.

Además, como se observa en la Figura 8, más del 62% de los encuestados señalaron que nunca se ha realizado un simulacro de emergencia en el área donde residen.

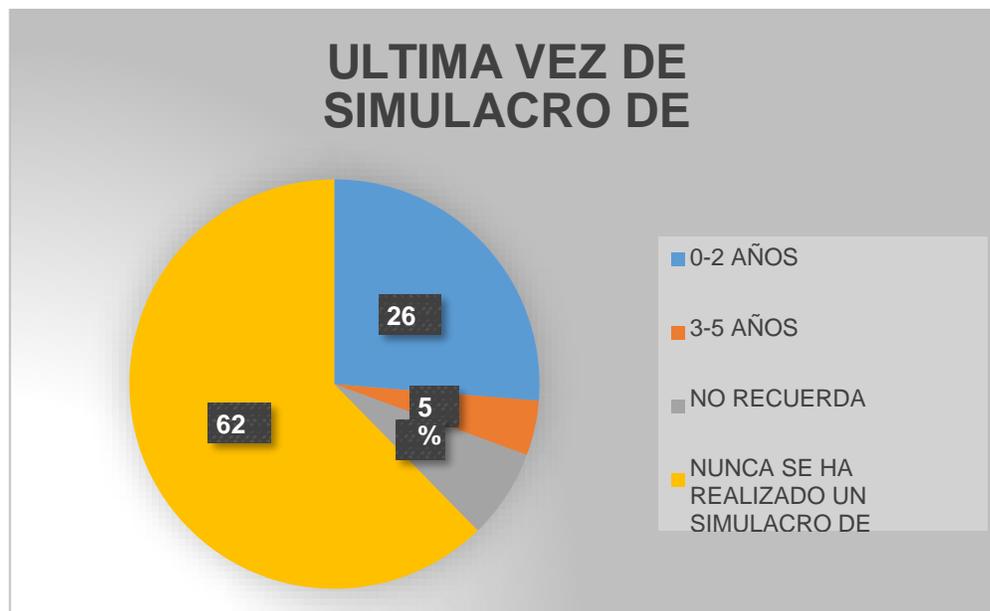


Figura 8 Último simulacro realizado según la población encuestada

Fuente: elaboración propia

La anterior Figura 8 permite deducir el nivel de importancia que tiene la adecuada organización institucional para la asistencia y el manejo de cualquier tipo de desastre que se pueda presentar en un territorio pues claramente como parte del proceso de fortalecimiento de una gestión local más democrática y participativa esta la trasmisión y socialización de proyectos, planes o programas (Clarke & Pineda, 2007).

6.1.2. Matriz de jerarquía o importancia

Posterior a la identificación de los distintos fenómenos de origen natural que se han presentado en el municipio, a partir de la información aportada por el portal Desinventar y por los datos obtenidos según la percepción de los encuestados en Silvania, fue necesario la construcción de una matriz de jerarquía con la que se determinó el nivel de importancia que

cada fenómeno o evento de origen natural registra en el municipio, de acuerdo con su porcentaje de ocurrencia.

En la Tabla 27 se evaluaron los criterios que aportaron información sobre el porcentaje de ocurrencia de los fenómenos en consideración, en este sentido, se asigna una ponderación de relevancia, según el proceso de análisis jerárquico diseñado por Thomas Saaty, en el que se maneja una escala de ponderación según la importancia relativa de cada uno de los criterios (Hurtado & Bruno, n.d.)(ver Tabla 1). Es así como, un criterio se compara frente a otro según su relevancia, dando como resultado un vector que señala cuál de los criterios es el predominante, en este caso se determinó que los datos obtenidos por el portal Desinventar es el más preponderante debido a que, se tiene un registro de los eventos en un periodo de tiempo entre 1952 a 2017 como lo muestra la Figura 5, además las encuestas están sujetas a una percepción subjetiva, partiendo de que las personas encuestadas han habitado el municipio en diferentes periodos o lapsos de tiempo.

Tabla 27. Matriz de jerarquía sobre los criterios de obtención de datos.

| CRITERIOS | Datos obtenidos del portal Desinventar | Datos obtenidos mediante la encuesta | Vector resultante |
|--|---|---|--------------------------|
| Datos obtenidos del portal Desinventar | 5/5 | 5/3 | 0,625 |
| Datos obtenidos mediante la encuesta | 3/5 | 3/3 | 0,375 |

Fuente: elaboración propia

Siendo:

- 1 —> Igualmente importante
- 3 —> Moderadamente importante
- 5 —> Fuertemente importante

- 7 —→ Importancia muy fuerte
- 9 —→ Importancia extremadamente fuerte

Se verificó la razón de consistencia para la anterior matriz y esta no supero el valor de 0.10, por lo cual tiene validez, posteriormente se obtuvo la matriz de jerarquía que posicionó los tres fenómenos de mayor relevancia, así como se observa en la *Tabla 28*, ya que se obtuvo que los valores más altos para el vector resultante son los correspondientes a deslizamientos, inundaciones e incendios forestales, tomando como referencia que la ponderación se da bajo el criterio de mayor relevancia (datos obtenidos por el portal Desinventar).

Tabla 28 Matriz de jerarquía de fenómenos de origen natural en Silvania de acuerdo con su porcentaje de ocurrencia

| Alternativas | Deslizamientos | Inundaciones | Incendios forestales | Avenidas torrenciales | Sequías | Sismos | Tormentas eléctricas | Vector resultante |
|-----------------------|----------------|--------------|----------------------|-----------------------|---------|--------|----------------------|-------------------|
| Deslizamientos | 9/9 | 9/7 | 9/7 | 9/3 | 9/3 | 9/3 | 9/5 | 0,241 |
| Inundaciones | 7/9 | 7/7 | 9/7 | 7/5 | 7/3 | 7/3 | 7/5 | 0,179 |
| Incendios forestales | 7/9 | 7/9 | 7/7 | 7/5 | 5/3 | 5/3 | 5/3 | 0,158 |
| Avenidas torrenciales | 3/9 | 5/7 | 5/7 | 3/3 | 3/1 | 3/1 | 3/3 | 0,140 |
| Sequías | 3/9 | 3/7 | 3/5 | 1/3 | 1/1 | 1/1 | 1/3 | 0,068 |
| Sismos | 3/9 | 3/7 | 3/5 | 1/3 | 1/1 | 1/1 | 1/3 | 0,068 |
| Tormentas eléctricas | 5/9 | 5/7 | 3/5 | 3/3 | 3/1 | 3/1 | 3/3 | 0,145 |

Fuente: elaboración propia

Como consecuencia del análisis de jerarquía para las alternativas de fenómenos ocurridos en el municipio y con ello la toma de decisión sobre los fenómenos a zonificar de acuerdo con su influencia en el municipio debido a su porcentaje de ocurrencia, se obtuvo que los fenómenos con mayor porcentaje de importancia en este caso son deslizamientos, inundaciones e incendios forestales tal como se muestra en la Figura 4. Finalmente, se estimó la razón de consistencia para la matriz de jerarquía, ver *Tabla 28*, y se obtuvo que, de acuerdo con el método de análisis jerárquico decisional, la matriz realizada y el vector resultante poseen

una consistencia optima de acuerdo a los criterios ponderados ya que, el valor de consistencia no supera el valor de 0.10, como se muestra a continuación:

Entonces:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j}{\sum_{i=1}^n \omega_i} = \frac{7,2082 - 7}{6} = 0.0347$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} = \frac{1.98 * (7 - 2)}{7} = 1.4143$$

$$\frac{0.0347}{1.4143} = 0.0245$$

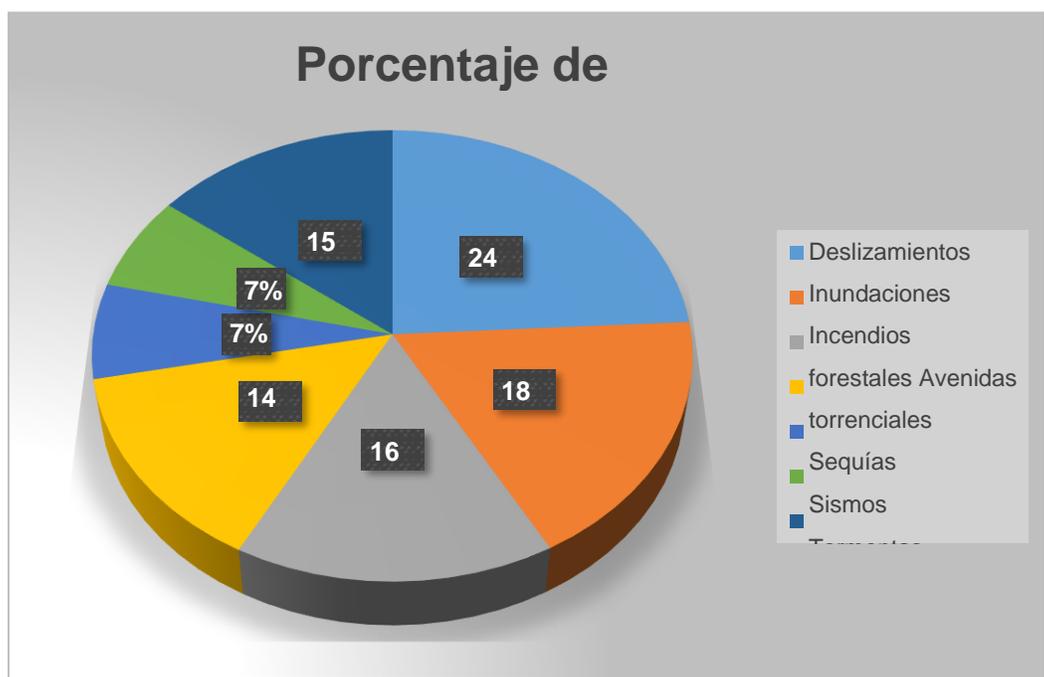


Figura 9 Porcentaje de jerarquía por fenómenos

Fuente: elaboración propia

6.2. FENÓMENOS POR REMOCIÓN EN MASA

6.2.1. Factores de Susceptibilidad

Las unidades geomorfológicas, de cobertura y uso de suelo en conjunto con el relieve de una zona aportan información suficiente para comprender los procesos y posibles eventos a los cuales puede ser susceptible a fenómenos de remoción en masa (Servicio Geológico Colombiano, 2017).

De acuerdo a la metodología utilizada para la determinación de riesgo a fenómenos de remoción en masa, se inició con la evaluación de los factores de susceptibilidad a dicho fenómeno, obteniendo como resultado una categoría de susceptibilidad baja y moderada con porcentajes de 54.30% y 21.79% respectivamente, como se muestra en la Figura 10, sobre el área total del municipio, esto debido a que las propiedades geológicas y de pendiente que presenta una gran parte del municipio corresponden a suelos profundos a moderadamente profundos con rocas sedimentarias con bajos niveles de alteración o fisura, pendientes que oscilan entre 12% y 25% en su gran mayoría y coberturas que describen escasos procesos de erosión ya que son zonas construidas o arbustales densos, y en algunos casos mosaicos de cultivos que aportan una susceptibilidad moderada ya que no ofrecen estabilidad superficial al terreno(López et al., 2020)

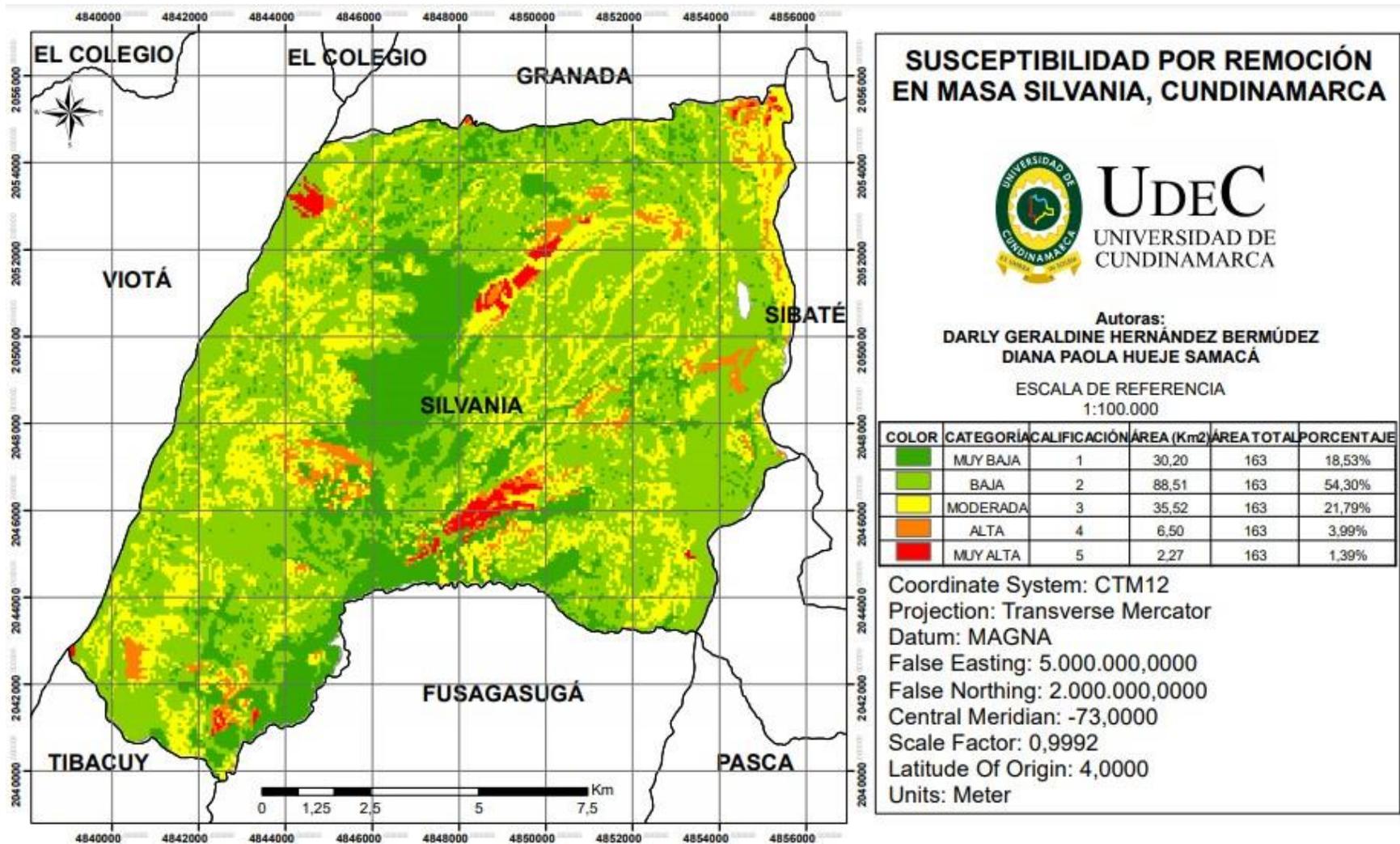


Figura 10 Distribución espacial de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa

Fuente: elaboración propia

6.2.2. Amenaza

Como factores de disparo se evaluaron condiciones de precipitación y sismicidad, los cuales no influenciaron a gran escala con la determinación de amenaza a fenómenos por remoción en masa, la cual se evidenció en aproximadamente un 97% de categorías de amenaza muy baja, baja y moderada ya que en el municipio de Sylvania la precipitación media anual no supera los 1200 mm³ y el gran porcentaje del área total del municipio presenta suelos bien a moderadamente bien drenados, además de una categoría de sismicidad intermedia según la información de amenaza sísmica para Colombia (Servicio Geológico Colombiano, 2020).

Para el caso de las zonas que presentan una categoría de amenaza alta y muy alta y que representan cerca del 2% del área del municipio ubicadas al norte de la vereda de Jalisco, al norte de subía central, al nor-orienté de San Luis Alto y al norte de Santa Rita Alta; están condicionadas por las características de pendiente y cobertura principalmente, es así como en estas zonas en donde principalmente se encuentra muy poca cobertura vegetal o en su defecto pastos limpios o enmalezados se genera una alta probabilidad de que factores detonantes como la precipitación influya de manera negativa sobre esta. Según Márquez citado por Gallardo Inga, (2016), menciona que “el efecto de esfuerzo mecánico impartido por las raíces se relaciona con la resistencia del suelo a esfuerzos de cortante tangencial, ya que se mejora ampliamente el valor de la cohesión”. Asimismo, dependiendo del tipo de vegetación, puede proporcionar un anclaje, que refuerza y contrarresta la gravedad, “y el peso de la vegetación ejerce sobre el suelo una componente vertical que aumenta la carga normal y por consiguiente la resistencia al fenómeno de remoción en masa”.

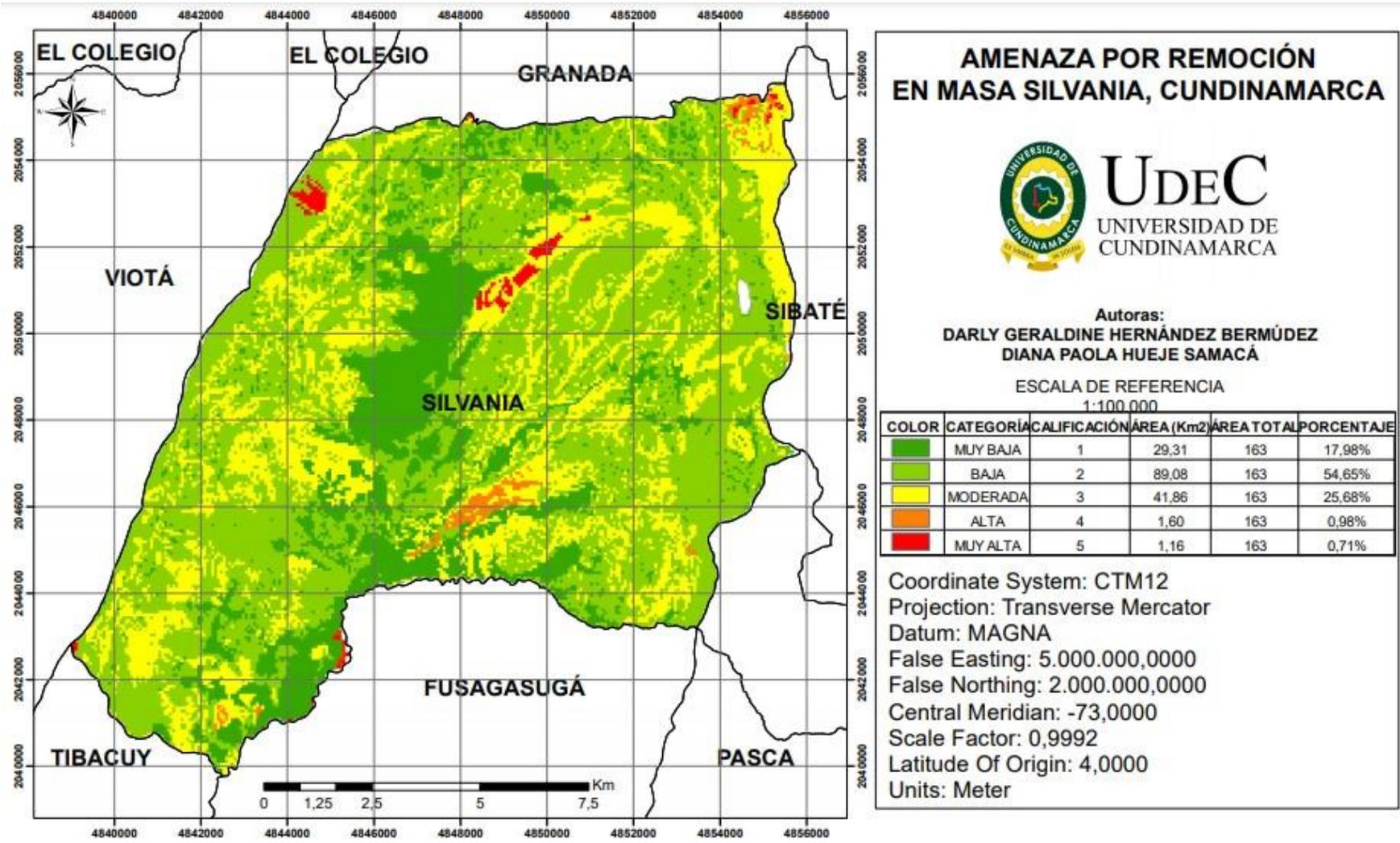


Figura 11 Distribución espacial de amenaza por fenómenos de remoción en masa

Fuente: elaboración propia

6.3. INUNDACIONES

6.3.1. Factores de Susceptibilidad

La evaluación de la amenaza por inundaciones en este caso significa determinar espacialmente la posible ocurrencia del fenómeno teniendo en cuenta donde es potencialmente perjudicial para la comunidad y su infraestructura a partir de características geomorfológicas, litológicas, hidrográficas y de pendientes como agentes intrínsecos o de susceptibilidad, del 100% de los eventos registrados 25% corresponden a inundaciones (CORTES, 2004)

6.3.2. Amenaza

Silvania, es un municipio que cuenta con un sistema de drenajes conformados principalmente por la Subcuenta del Río Subía y Río Barro Blanco, estas subcuentas cuentan con quebradas que alimentan la red hidrográfica del municipio; de acuerdo a lo anterior la huella de inundación es más alta en las zonas planas y cercanas a los ríos con mayor cauce como lo son el Río Subía, Quebrada Agua bonita, Quebrada Chiquinquirá, entre otras (Mahecha et al., 2012); lo cual coincide con zonas de pendientes que no superan el 30%, además, en esta zona norte del municipio se presentan mayores volúmenes de precipitación anual por lo tanto, las categorías de amenaza por inundaciones en estas zonas son Moderada y Alta. Además, la categoría de amenaza Muy Alta representada en un 6,21% del área total del municipio, está focalizada en el perímetro urbano y zona centro, el cual está influenciado por el Río Subía y al mismo tiempo es una zona con pendientes inferiores al 15%.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos para el fenómeno de inundaciones se identificó categorías de amenaza baja y moderada con un 24.61% y 34.32% respectivamente, del área total del municipio, como se puede observar en la Figura 12, debido a las condiciones geomorfológicas y litológicas del suelo, son suelos bien a moderadamente

bien drenados y la precipitación como agente detonante no supera un nivel de amenaza baja en la mayor parte del municipio sobre todo en la zona sur en donde no supera la precipitación media anual de 1000 mm³, sin embargo, es importante destacar que el perímetro urbano está expuesto a crecidas y posibles inundaciones por la cercanía con cauces como el río Subía y quebradas circundantes, provocando daños estructurales y económicos como en años anteriores a sucedido en el municipio debido a las crecidas en el río Subía y las afectaciones a viviendas ribereñas(Matiz, 2013).

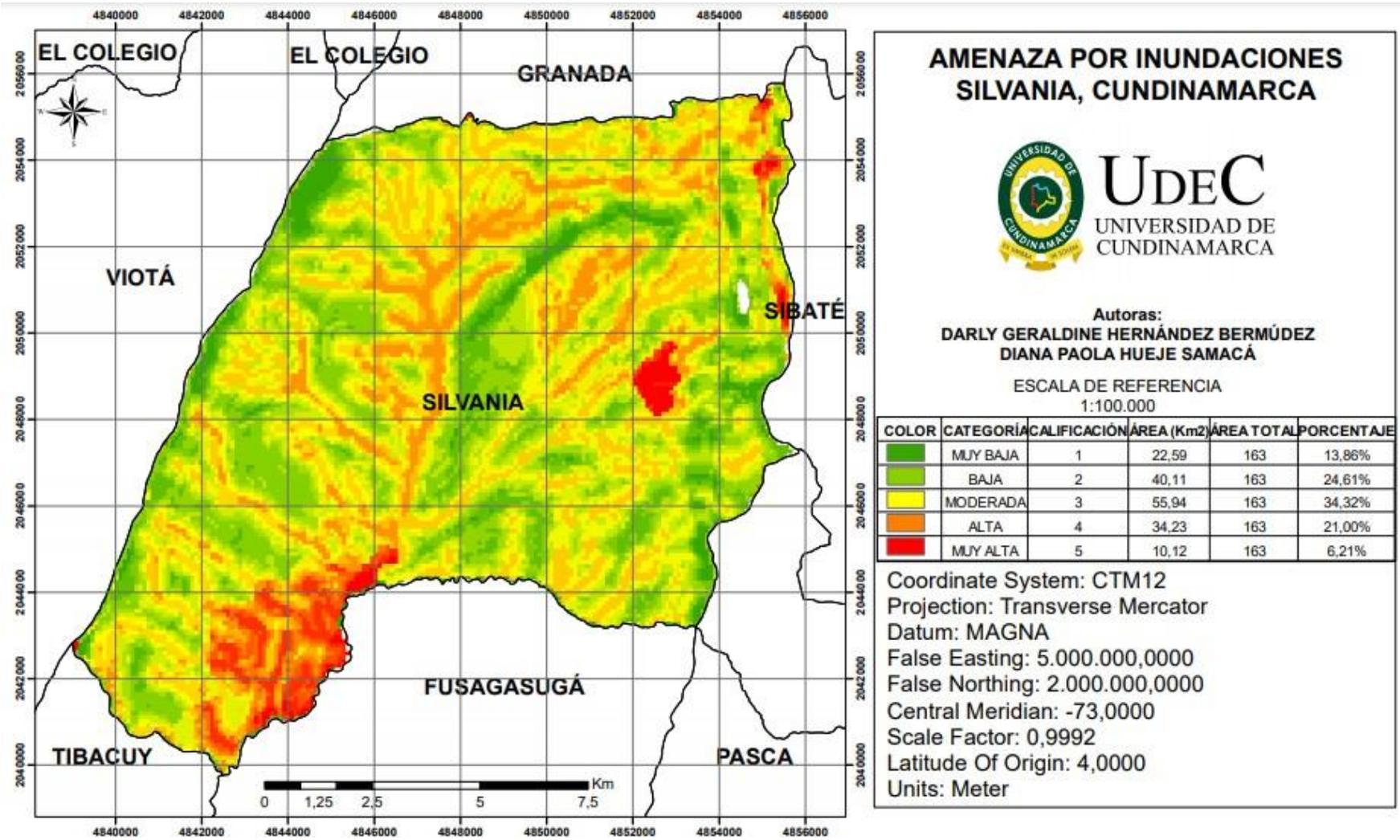


Figura 12 Distribución espacial de amenaza por inundaciones

Fuente: elaboración propia

6.4. INCENDIOS FORESTALES

6.4.1. Factores de Susceptibilidad

Según Pausas (2012), los incendios forestales “son fuegos que se propagan sin control”, sin depender que uso se le esté dando al suelo y que se le haya dado. Debido a los diferentes tipos de ecosistemas que hay en nuestro país, y los diferentes tipos de coberturas que se presentan hacen que los incendios ecológicamente sean insostenibles, y bajo la zonificación es posible que se pueda hacer una gestión del territorio.

Los factores influyentes en la generación de incendios, en cuanto a la cobertura es necesario una revisión de los tipos de coberturas vegetales que se encuentran en el municipio, puesto que, es por medio de esta que se propaga el fuego (Díaz & Encarnacion, 2018). Como respuesta a la metodología planteada por el IDEAM, (2011), se realizó la revisión del tipo de combustibles del municipio, entre ellos zonas urbanas continuas y discontinuas, zonas industriales y comerciales, zonas verdes artificiales, instalaciones recreativas, aguas continentales y un par de afloramientos rocosos, los anteriores pertenecen a la clasificación de tipo de combustible predominante como no combustibles con una clasificación de amenaza de “muy baja”. Por otro lado, la clasificación de baja (árboles), pastos arbolados, pastos enmalezados, mosaicos de cultivo, vegetación esclerófila. Siguiendo con la clasificación de moderada (árboles y arbustos), mosaico de pastos y cultivos, y espacios naturales, bosque natural denso. Continuando con la clasificación de alta (arbustos y hierbas) bosque de galería, arbustos y matorrales. Finalizando con la clasificación de muy alta (pastos y hierbas) (IDEAM et al., 2008). El fruto de esta clasificación es la siguiente, Moderada de un 55%, Alta de un 18%, Muy baja 15% y Baja de un 12%.

A partir de la clasificación del tipo de combustibles, se realiza una reclasificación por medio de una interpretación de la cobertura, donde los no combustibles siguen siendo los mismos (categoría de amenaza Muy Baja), clasificación de una hora de duración a los que en el anterior párrafo tenían la catalogación de muy alta (categoría de amenaza Alta), diez horas en el caso de bosques densos y herbazales (categoría de amenaza Moderada), y 100 horas para los demás tipos de cobertura con duración del combustible predominante (categoría de amenaza Baja). Dando como resultado los siguientes porcentajes, 48.8 % Alta, 29.9% Baja, 14.8% Muy Baja y 6.5% Moderada. Representando la condición pirogénica de la vegetación colombiana, aspecto clave en la evaluación del comportamiento de nuestros ecosistemas frente al fuego (Ramos, 2020).

Enseguida se reclasifica, ahora en búsqueda de un ordenamiento determinando la carga total de biomasa, mostrando cuatro categorías de amenaza, no combustible con categoría Muy Baja y porcentaje de 53.13% siendo este el porcentaje más alto, categoría Baja de 1 a 50 Ton/Ha 30%, categoría Moderada 50 a 100 Ton/Ha 6.5% y categoría Alta más de 100 Ton/Ha 14.76%. Los sitios donde no hubo incendios disminuyeron la carga de material combustible, por lo contrario, en los sitios donde ya existió la presencia de incendios, por lo general naturalmente renueva su cobertura justificando focos de susceptibilidad (Xelhuantzi et al., 2011).

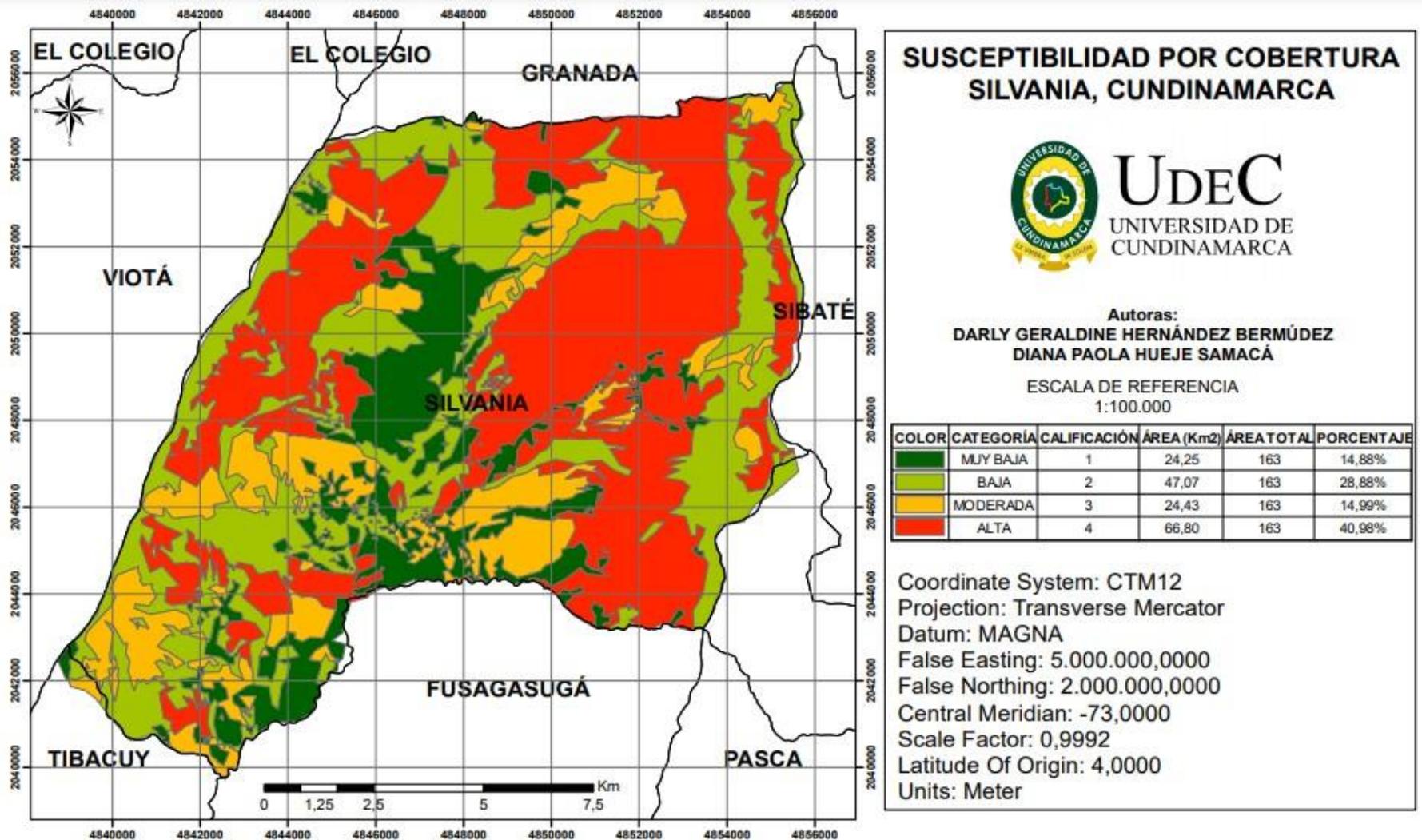


Figura 13. Distribución espacial de la susceptibilidad por cobertura

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Figura 13 , la categoría con mayor porcentaje es Alta con un valor de 40.66% ubicado en su mayoría del centro hacia el este del municipio, seguida de la categoría Baja en un 29.78%, finalizando con las categorías de Moderada y Muy baja las dos con porcentajes similares de 14% aproximado cada una. Chivatá (2017), menciona que de esta misma susceptibilidad se evidencia en las características intrínsecas que se evidencian en los diferentes tipos de ecosistemas y vegetación. La determinación de la ubicación de las coberturas muestra las áreas que mostraron mayor combustibilidad y por ende emitir bajo este concepto las primeras alertas.

6.4.2. Amenaza

Para la posterior búsqueda de la amenaza es imprescindible tener en cuenta los factores climáticos, para este caso, precipitación y temperatura. Para precipitación se reflejan dos calificaciones, 4 y 5 con categorías de amenaza de Alta y Muy Alta respectivamente. Y en precipitación calificaciones de 2, 3 y 4, categorías de amenaza Moderada, Alta y Muy Alta, respectivamente. Estas variables influyen el contenido de humedad de los combustibles factor que regula las posibilidades de presencia de incendios (Aguirre et al., 2005).

Se ahonda seguidamente en el factor relieve, histórico y accesibilidad. Donde se analizan estas variables, primero el relieve por medio de las pendientes arrojando las cuatro categorías respectivas, siendo las de mayor cobertura Moderada y Alta. Segundo, estadísticas históricas sobre incendios tomando a cada evento como un foco, según los datos captados de DESINVENTAR (n.d.) se obtienen la categoría de Muy Bajo, puesto que el número de eventos reportados son poco. Tercero, se observan las vías que se distribuyen en Sylvania, con la categoría de Muy Alta, debido a que las vías con “accesibilidad” son pocas y gran parte del municipio tiene problemas de ingreso.

En suma, se adquiere el mapa de distribución de amenaza *Figura 14*, con los siguientes porcentajes, 30.33% de categoría Moderada, 25.61% de categoría Baja, 20.44% de categoría Muy Baja, 18.12% de categoría Alta, por último, 5.50% de categoría Muy Alta. Como se evidencia los porcentajes más perjudiciales de amenaza Alta y Muy Alta son bajas en comparación a las demás, sin embargo, esto se debe a los factores de accesibilidad, relieve, climáticos y el alto porcentaje de susceptibilidad por cobertura (Cerinza, 2016).

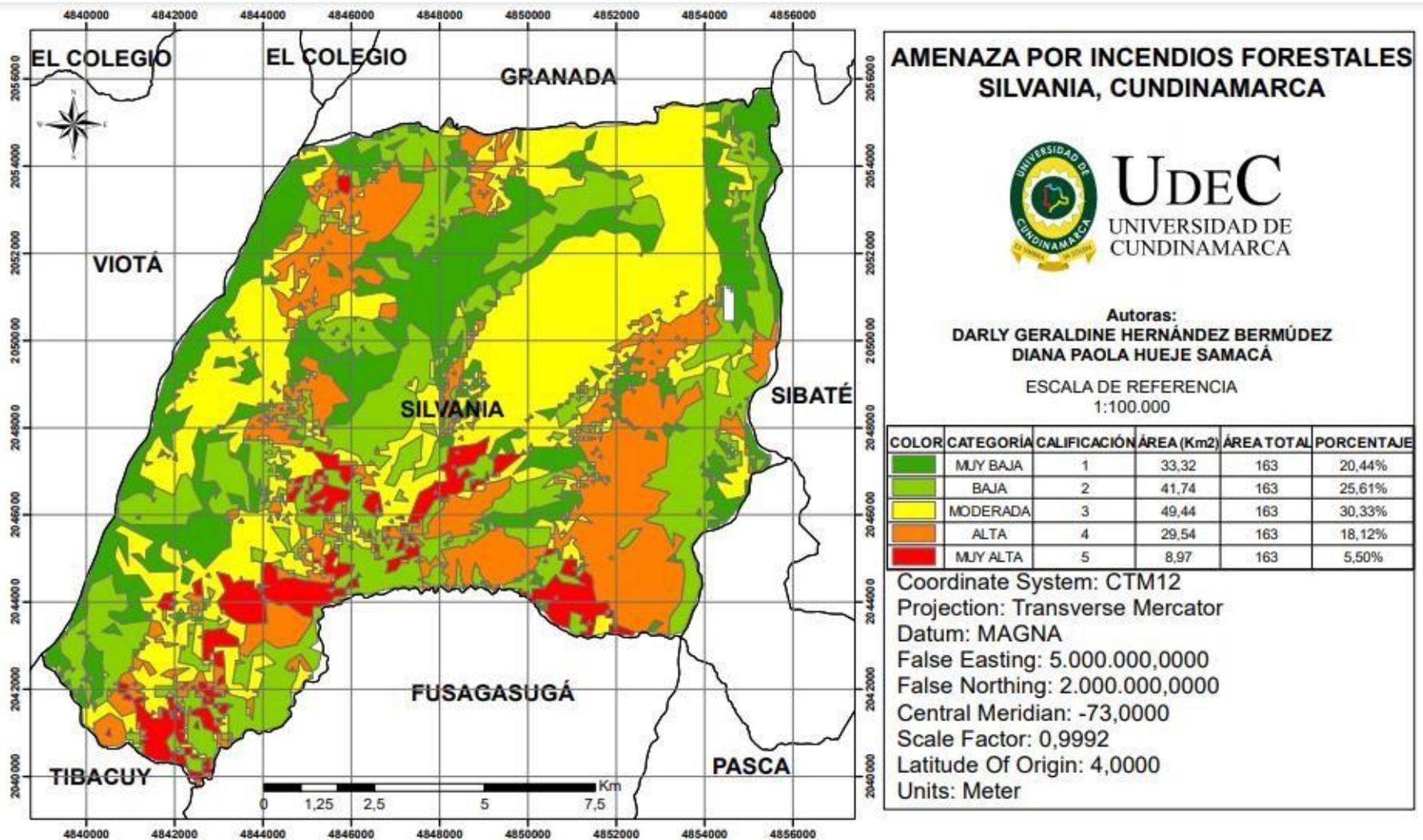


Figura 14. Distribución espacial de la amenaza por incendios forestales

Fuente: elaboración propia

6.5. VULNERABILIDAD

América latina es uno de los lugares del mundo más afectados por los desastres naturales, partiendo de procesos naturales y características intrínsecas de un lugar específico como son las condiciones geodinámicas o hidrometeorológicas (Vargas, 2002), no obstante, para llegar a comprender los eventos de este tipo deben ser consideradas las circunstancias de las poblaciones expuestas.

Lo que significa que la amenaza que genera un fenómeno determinado sobre un territorio debe vincularse con la vulnerabilidad o predisposición de una población y/o elemento a ser afectado o de sufrir una pérdida (Cardona, n.d.). Es así como, se tuvieron en cuenta siete componentes de vulnerabilidad para comprender la influencia de las actividades, condiciones estructurales y territoriales que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de origen natural en el municipio.

6.5.1. Vulnerabilidad ecológica

La evaluación de la vulnerabilidad para el municipio frente a las diferentes coberturas según la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2010), indica la distribución de las mismas y con ello la evidencia de vulnerabilidad para Silvania con categorías de Alta y Muy Alta con porcentajes de 35.33% y 38.13% respectivamente como se muestra en Anexo H, es decir la ubicación de espacios naturales, seminaturales y bosques densos que por la ocurrencia de un fenómeno natural son vulnerables en gran medida y con ello la fragilidad de sus componentes (micro ecosistemas y especies de flora y fauna) al encontrarse en zonas de incidencia o potencial a amenazas naturales (Vera & Albarracín, 2016).

Por otro lado, cerca del 27% del área total del municipio localizada en el centro del municipio, gran parte del perímetro urbano y sectores del nor-oeste de Silvania, se encuentran en categorías de vulnerabilidad ecológica Muy Baja y Moderada representados en la ubicación de pastos limpios, pastos enmalezados y mosaico de pastos y cultivos; teniendo en cuenta que el perímetro urbano está compuesto en gran medida por zona residencial, comercial e institucional.

6.5.2. Vulnerabilidad económica

La valoración de esta vulnerabilidad, haciendo uso de la metodología Corine Land Cover propuesta en el documento publicado por IDEAM et al. (2008), clasificando las coberturas presentes por grado de importancia para el municipio, desde el punto de vista de la vocación, que como describe Ferla et al. (2020), es agrícola y pecuario, desde este concepto se desprenden las diferentes categorías, y distribuyéndolas en el área que comprende el municipio porque de ello depende la posterior calificación.

De esta manera, se obtienen los siguientes porcentajes, 40.66% categoría Alta del centro hasta el este, y 33.24% Moderada en su mayoría al suroeste del municipio como se muestra en Anexo B, siendo estos los porcentajes más significativos luego del procesamiento de datos, esto se debe a que en estas partes del municipio están distribuidas las actividades de vocación incluyendo el comercio (FOMIPYME & MINCIT, 2003).

6.5.3. Vulnerabilidad institucional

En la determinación de esta vulnerabilidad fue necesario la ubicación de estaciones de apoyo, que para el municipio son cuatro, dos cercanas ubicadas en el centro urbano del municipio, otra al sureste en frontera con Fusagasugá-Pasca, y la última en el noroeste del

municipio. Dejando al resto de comunidad vulnerable, puesto que en la parte suroeste y en si toda la parte este, no cuentan con la presencia de alguna entidad que brinde ayuda en casos de accidentes. Por consiguiente, predomina la categoría Muy Alta con un porcentaje de 80.45% como se muestra en Anexo C, Estos resultados se vinculan directamente a las decisiones y organización del gobierno por ende la alcaldía, se desconoce de manera parcial la existencia de acuerdos o políticas concertadas con otros municipios para la prestación de este tipo de ayudas (Acuña, 2016).

Estas estaciones de apoyo son importantes al monto de establecer la resiliencia del territorio, es decir, entre más rápido se atienda el desastre, más rápido se recupera. Por esto, la importancia de la cantidad y buena distribución de este tipo de entidades. Muestra clara de una ineficiencia por parte de las organizaciones encargadas (Acuña, 2016).

6.5.4. Vulnerabilidad patrimonial

Para el caso, el patrimonio cultural de Silvania se basa en las reservas naturales, gracias a su afán por conservar y fortalecer las fuentes hídricas, lugares como El Retoño y 5ta Saroco pertenecen a esta clasificación. Sumado a ello, la apertura a nuevos y horizontes y nuevas fuentes de ingreso con el ecoturismo. Estas reservas son y se pretende seguirán siendo el camino para que el turismo sea una de las vocaciones del municipio. Además, contribuyen al desarrollo de prácticas de agro ecoturismo en la provincia del Sumapaz (Lesmes, 2016)

Sin embargo, mencionan Sabogal & Rojas (2020), estos territorios aun no tienen el área que se desea lo que conlleva a que los porcentajes de vulnerabilidad sean bajos respecto a la totalidad del área del municipio mostrándose de la siguiente manera, 98.13% de categoría Muy Baja y el restante del 100% con categoría de Muy Alto, lo cual no representa variaciones

considerables en el momento de calcular el total de la vulnerabilidad para Sylvania como se muestra en Anexo E.

6.5.5. Vulnerabilidad poblacional

Se evalúa el grado de presencia de la población, determina el mayor o menor grado de vulnerabilidad que puede darse en un determinado territorio, de la misma manera se tuvo en cuenta la densidad de la población de todo el territorio, sujetando siempre la colindancia. La dispersión o relación de proximidad o lejanía de los diferentes centros poblados a las áreas de alta vulnerabilidad (IDEAM, 2011).

En análisis con resultados, se puede concluir que, bajo estos lineamientos, todo el municipio se encuentra vulnerable en su factor poblacional. Sin embargo, en el presente estudio se tomaron los datos con más influencia, donde se registraron con mayor importancia una serie de puntos que representan los centros poblados de mayor cantidad de personas, o bien, los puntos con mayor influencia de tránsito humano. Así, resultó ser la categoría Muy Baja la de mayor porcentaje (65.16%) como se muestra en Anexo F. Profundizando en este sentido, bajo lo concretado tras la realización de la encuesta a la comunidad de Sylvania, permite hacer el siguiente apunte, los habitantes no cuentan con mecanismos de defensa, mitigación y anticipación (Macías, 1992).

6.5.6. Vulnerabilidad por infraestructura

La vulnerabilidad por infraestructura contempla todos aquellos elementos, recursos y servicios que han de ser afectados frente a la ocurrencia de un fenómeno o evento en este caso de origen natural(Cardona, n.d.). En este sentido se evaluó la presencia de edificaciones

e infraestructura de relevancia para el desarrollo de una comunidad y todos los servicios que de ellas derivan tales como: vías, líneas eléctricas, instituciones públicas y privadas, entre otras.

Para el municipio de Sylvania se identificaron categorías de vulnerabilidad por infraestructura Moderada, Alta y Muy Alta con porcentajes de 20,19%, 28,92% y 29.95% respectivamente como se muestra en Anexo G, debido a las zonas de influencia que abarcan las vías principales y secundarias del municipio, así como entidades e instituciones de gran relevancia y que coinciden con la ubicación del perímetro urbano y la localización de empresas prestadoras de servicios públicos en el municipio, por lo tanto es posible afirmar que aproximadamente el 80% del municipio posee una condición significativa de vulnerabilidad por infraestructura, específicamente las zonas a resaltar son el perímetro urbano, las veredas San Luis Alto, Panamá, Loma Alta, y la vereda Noruega Alta limitando al este con la vereda Jalisco.

Ante la amenaza de ocurrencia de un fenómeno de origen natural en estas zonas del municipio, el dimensionamiento de la vulnerabilidad por infraestructura se hace necesario en la medida en que la atención y la respuesta ante estos fenómenos estarán encaminados inicialmente por el potencial de impacto a las edificaciones e infraestructura anteriormente mencionadas y con ello la jerarquía del riesgo a un determinado desastre natural(Ribera, 2004).

6.5.7. Vulnerabilidad territorial

Esta vulnerabilidad representa los conflictos presentes en el suelo, bien sea por los asentamientos humanos nuevos o que han cambiado de lugar, cualquier cambio que se ha presentado; dinámicas socioeconómicas que puedan generar cambios negativos al municipio. En los resultados se observa que los conflictos provocados representan una vulnerabilidad Muy Baja en su mayoría con un porcentaje de 64.31% y moderada en el 35.49% del territorio como

se muestra en Anexo D. Dependiendo de una ordenación territorial, como impulsador del desarrollo económico, extensión gráfica del desarrollo y planificación (Ruiz, 2011).

6.5.8. Vulnerabilidad Total

Entre tanto, la vulnerabilidad total para el municipio de Sylvania es el resultado de la sumatoria de todos aquellos elementos expuestos, los cuales son analizados como factores asociados a los sistemas de desarrollo, producción, economía, población, organización social, capacidad institucional, conflictos de uso de suelos, entre otros (Vera & Albarracín, 2016), estos son fundamentales para la determinación de vulnerabilidad a fenómenos de origen de natural en el municipio.

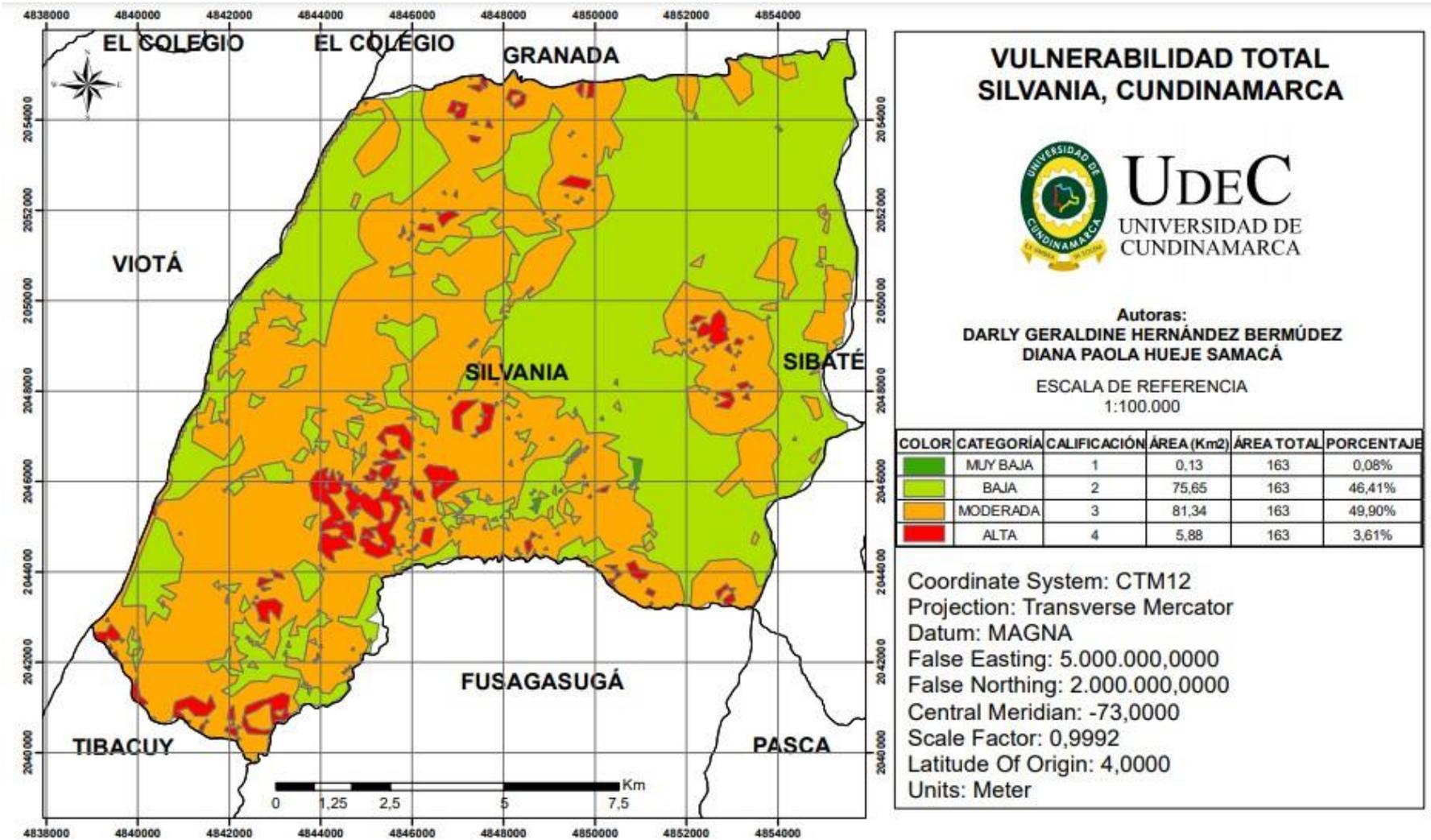


Figura 15. Vulnerabilidad Total de Sylvania

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la evaluación de cada vulnerabilidad y posterior ponderación se determinó que la vulnerabilidad total para el municipio de Sylvania está distribuida con las siguientes categorías: Muy Baja, Baja, Moderada y Alta, correspondientes al 0.08%, 46.41%, 49.90% y 3.61% respectivamente, localizando la categoría Baja en su gran mayoría al nor-este del municipio y al oeste del municipio limitando con Viotá, ver *Figura 15*.

En cuanto a las categorías Moderada y Alta las cuales superan el 50% del territorio están ubicadas desde el Sur, hasta el nor-oeste del municipio pasando por el perímetro urbano, lo cual se puede comprender como la influencia directa de la vulnerabilidad por infraestructura, vulnerabilidad poblacional y vulnerabilidad territorial previamente evaluadas, ya que en estos centros poblados y perímetro urbano del municipio se encuentra infraestructura de relevancia y vías primarias y secundarias que generan una influencia cercana alrededor de las mismas por las actividades que se llevan a cabo en estas zonas (Concejo Municipal de Sylvania, 2000), así mismo la concentración de un mayor número de población o mayor densidad poblacional lo que incide directamente en el aumento de la vulnerabilidad.

6.6. RIESGO

Según la OCDE (2019) Colombia es uno de los países más expuestos a amenazas naturales. Los desastres que se repiten regularmente son inundaciones y deslizamientos, causando daños millonarios estimados por un valor de 200 millones de dólares al año. En este orden de ideas, el riesgo para el país a desastres naturales es significativo debido a, las amenazas latentes de diversos tipos de fenómenos y la exposición o grado de vulnerabilidad del territorio.

De acuerdo a lo establecido por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Sylvania para el año 2000, el fenómeno de origen natural que representaba mayor

riesgo eran los deslizamientos(Concejo Municipal de Silvania, 2000). Entre tanto, posterior a la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad del territorio; el producto entre estas dos condiciones permitió evidenciar que los fenómenos que mayor riesgo representan para el municipio son eventos de remoción en masa, inundaciones y en menor medida incendios forestales. De acuerdo a lo establecido por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Silvania para el año 2000, el fenómeno de origen natural que representaba mayor riesgo eran los deslizamientos(Concejo Municipal de Silvania, 2000). Entre tanto, posterior a la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad del territorio; el producto entre estas dos condiciones permitió evidenciar que los fenómenos que mayor riesgo representan para el municipio son eventos de remoción en masa, inundaciones y en menor medida incendios forestales.

6.6.1. Fenómenos por remoción en masa

La determinación del riesgo a fenómenos de remoción en masa fue el resultado del producto entre la amenaza a estos fenómenos y las condiciones específicas de vulnerabilidad, debido a que la amenaza y la vulnerabilidad son condicionantes una de la otra(Pinto Blanco, 2016), en este orden de ideas se obtuvo que el riesgo a remoción en masa para el municipio de Silvania está concentrado en las categorías registradas en la Tabla 29.

Tabla 29 Categorías de riesgo de fenómenos por remoción en masa

| Categoría | Calificación | Area Km² | Area Total | Porcentaje |
|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Muy Baja | 1 | 28,26 | 163 | 17,34% |
| Baja | 2 | 57,75 | 163 | 35,43% |
| Moderada | 3 | 36,07 | 163 | 22,13% |
| Alta | 4 | 33,68 | 163 | 20,66% |
| Muy Alta | 5 | 7,24 | 163 | 4,44% |

Fuente: elaboración propia.

Según el Plan Municipal de Gestión del Riesgo los eventos de origen natural que implicaban mayor amenaza para el municipio eran los deslizamientos, sin contar con la

incidencia de la vulnerabilidad en estos (Mahecha et al., 2012), lo cual actualmente se puede contrastar con la amenaza zonificada y posteriormente evidenciar el alto riesgo que este presenta debido a que, aproximadamente el 48% del área total del municipio tiene riesgo de categoría Moderada, Alta y Muy Alta, ya que, aunque el municipio presente una amenaza ante estos eventos relativamente baja como se observa en la Figura 11, la influencia del grado de vulnerabilidad que presenta el municipio incrementa notablemente el riesgo ante estos fenómenos.

A pesar de que el municipio no posee pendientes tan pronunciadas, un porcentaje mínimo ubicado hacia el oeste (específicamente de Sur a Norte), a lo largo de sectores pertenecientes a las veredas Loma Alta, Yayata, Quebrada Honda y Azafranal presentan pendientes superiores a 25% y afectaciones mínimas de erosión hídrica laminar lo que significa un movimiento sobre la superficie o una capa superficial del suelo por la acción del agua (Escobar, 2019), lo mismo ocurre hacia el sur-este de la vereda Azafranal limitando con las veredas Quebrada Honda y San Luis Alto, en donde se tiene un relieve moderadamente escarpado con pendientes de 30% aproximadamente; lo anterior sugiere que ante condiciones detonantes como la precipitación y con ello temporadas más lluviosas la ocurrencia de desprendimiento de material en estas zonas es mayor, además como consecuencia de la concentración de una gran masa de población sobre todo en el perímetro urbano, el incremento en el riesgo a estos eventos es indudable.

En concordancia con los resultados obtenidos, ver Figura 16, las zonas nor-este del municipio limitando con Sibate, posee un relieve fuertemente inclinado en algunos sectores con pendientes superiores al 50% y afectación por erosión hídrica laminar, no obstante, los suelos predominantes en estas zonas están bien a excesivamente bien drenados, y la concentración poblacional es baja, lo que disminuye la vulnerabilidad del territorio y con ello el riesgo.

Finalmente, los sectores con categoría de riesgo Muy Baja ante fenómenos de remoción en masa, están localizados en inmediaciones de las veredas Azafranal y San Luis Alto hacia el norte del municipio, zonas de espinazos o laderas sin manifiestos de inestabilidad actual, presencia de tejido urbano discontinuo, arbustales densos y plantaciones forestales en menor medida, y pendientes que oscilan entre 20% y 25%, sin embargo, si se presentarán fenómenos de remoción en masa puede ocasionar daños en construcciones puntuales e infraestructuras viales.

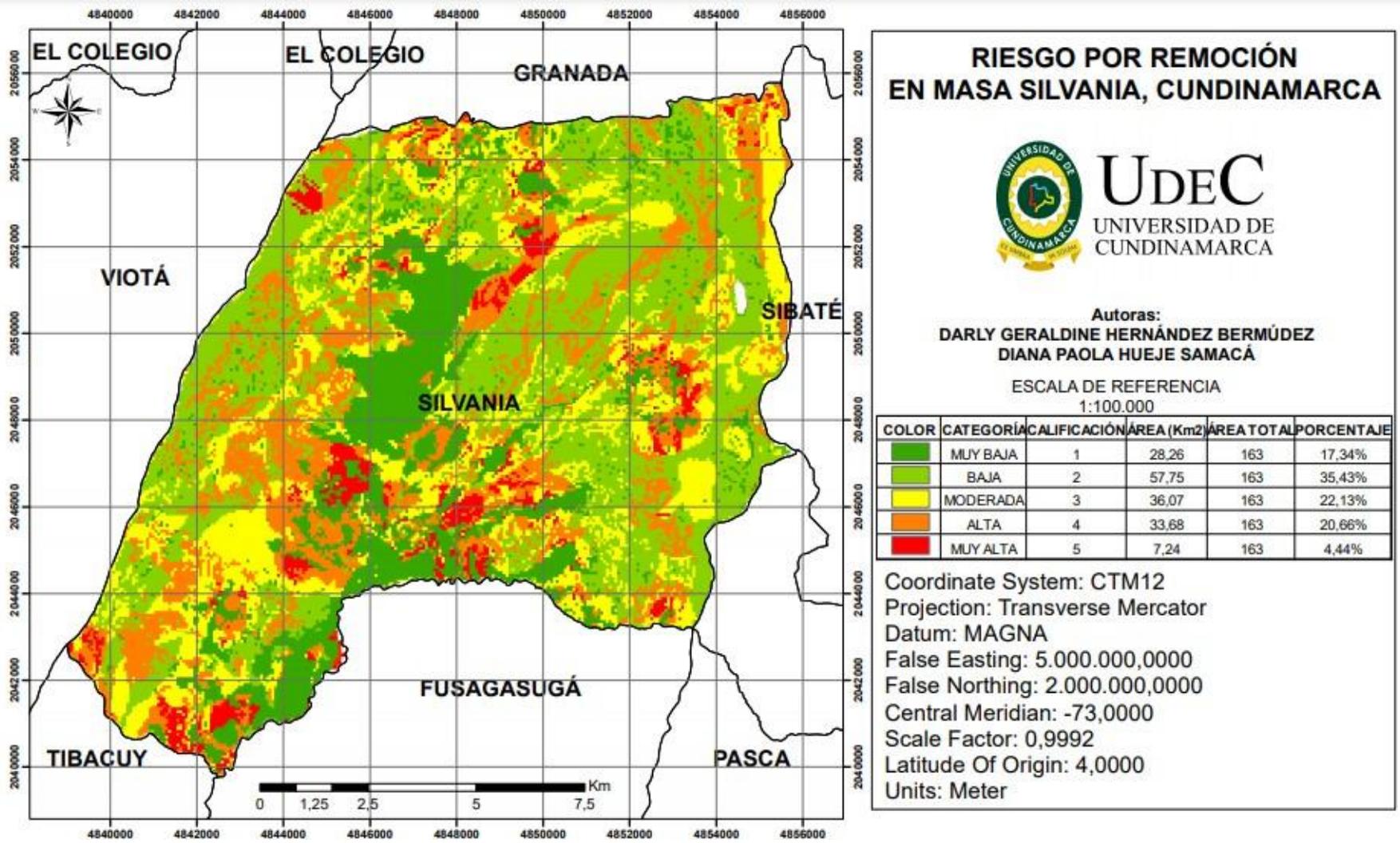


Figura 16 Riesgo por fenómenos de remoción en masa
 Fuente: elaboración propia

6.6.2. Inundaciones

Resultado del producto entre vulnerabilidad y amenaza, el riesgo a inundaciones por supuesto está determinado por la evaluación de factores físicos, climáticos, de usos del suelo, urbanísticos, como el uso de rondas de inundación, laderas deforestadas, entre otros (Martín & Murgida, 2004). Es así como, la distribución espacial a escenarios de riesgo por inundaciones en Silvania, Cundinamarca, está clasificada en las categorías registradas en la Tabla 30.

Tabla 30 Categorías de riesgo por inundaciones

| Categoría | Calificación | Area Km² | Area Total | Porcentaje |
|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Muy Baja | 1 | 24,89 | 163 | 15,27% |
| Baja | 2 | 38,71 | 163 | 23,75% |
| Moderada | 3 | 51,21 | 163 | 31,42% |
| Alta | 4 | 38,65 | 163 | 23,71% |
| Muy Alta | 5 | 9,54 | 163 | 5,85% |

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 17, las categorías de riesgo Moderada, Alta y Muy Alta están distribuidas espacialmente al norte del municipio debido al mayor volumen de precipitación que se suscita en estas zonas del municipio, específicamente al este en sectores de la vereda Jalisco, y al norte de la vereda Agua Bonita, se identificaron relieves de tipo abanicos aluviales, descritos por Méndez et al., (2016) como una forma de relieve de un frente montañoso asociado a las descargas sólidas de un curso de agua, allí se genera una sedimentación promovida por cambios fuertes de pendiente. De acuerdo con lo anterior, en estas zonas del municipio se pueden presentar inundaciones ya que las condiciones de relieve describen pendientes inferiores al 10% y zonas planas ubicadas derivadas de pendientes más empinadas aguas arriba, influenciadas por la quebrada Chiquinquirá que tiene injerencia en el norte del municipio, específicamente al nor-este de la vereda Jalisco.

Al mismo tiempo, hacia el nor-oeste del municipio en la vereda Subia Central limitando con la vereda Noruega Alta, está localizada la categoría más alta de riesgo por inundaciones lo cual se debe a la cercanía con el Río Subía uno de los afluentes con mayor cauce(Concejo Municipal de Sylvania, 2000), sumado a que predominan zonas planas en estos sectores.

Por otro lado, en los centros poblados y el perímetro urbano se destaca la influencia de la vulnerabilidad que posee el territorio, no solo por el significativo volumen de población concentrada, sino por la presencia de vías primarias y secundarias, así como infraestructura de relevancia, la cual puede verse afectada por crecientes generadas en el Río Subia en temporadas altas de lluvias, lo cual es coherente con la percepción de la comunidad en estos sectores del municipio.

Por último, se debe resaltar que la categoría de riesgo Baja y Muy Baja que representan el 39% del área total del municipio, son sectores que poseen suelos bien a excesivamente bien drenados y la vulnerabilidad del territorio en estas áreas tienen categorías baja y moderada, lo cual genera una menor probabilidad de ocurrencia de inundaciones.

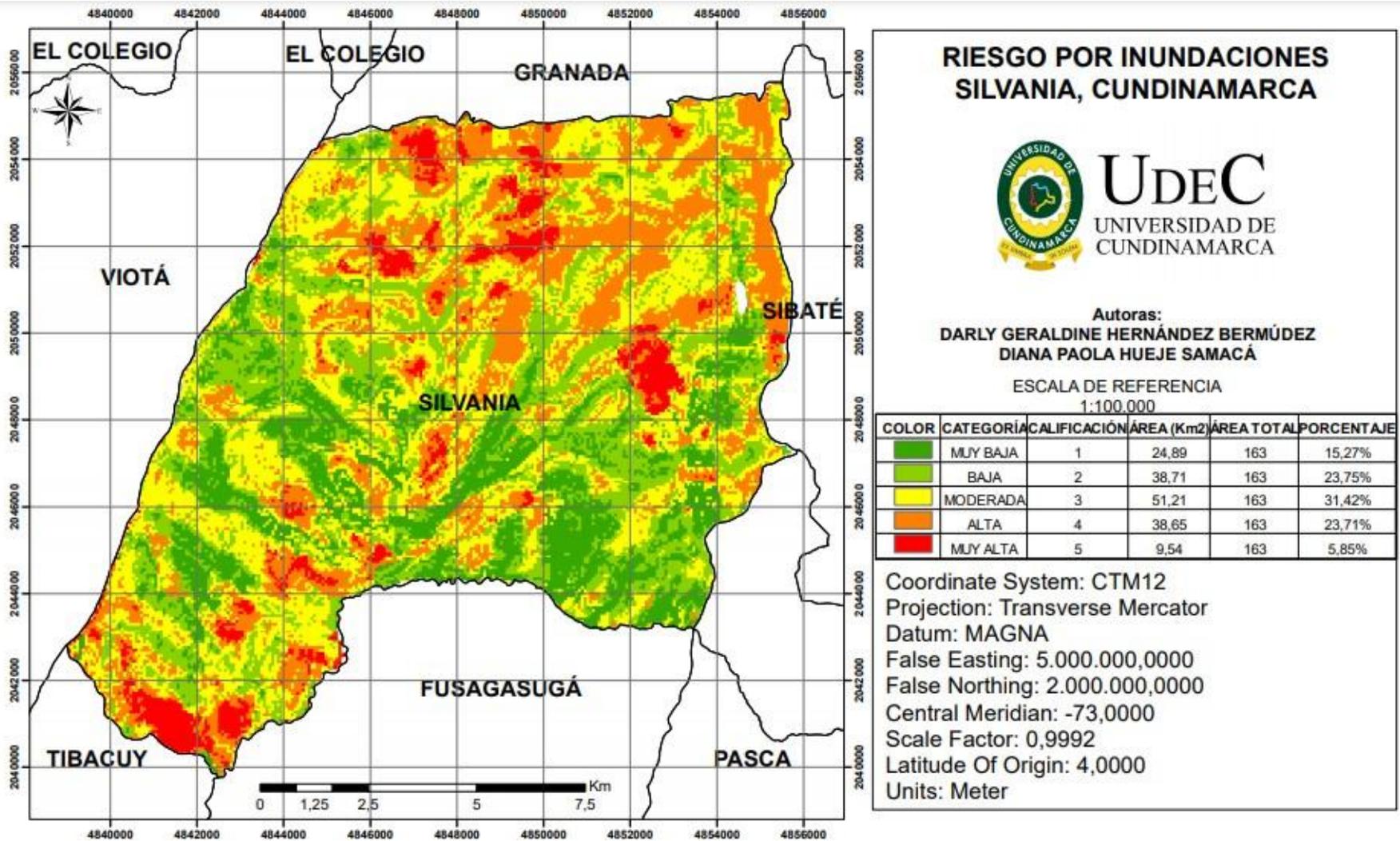


Figura 17 Riesgo por inundaciones
Fuente: elaboración propia

6.6.3. Incendios forestales

En la determinación de probabilidad de ocurrencia de incendios forestales, es clave tener en cuenta los factores anteriormente mencionados, puesto que, con base a ellos se estima cuáles son los lugares que están más expuestos a que acontezcan fenómenos de este tipo, por eso es clave la obtención de datos históricos como lo menciona Moraga (2010), ya que, esto permite el diagnóstico de lugares con condición favorable para la presencia de estos y los posibles medios de propagación. Resultado de la distribución mostrada en la Tabla 31.

Tabla 31. Categorías de riesgo de fenómenos por incendios forestales

| Categoría | Calificación | Área Km² | Área Total | Porcentaje |
|------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| Muy Baja | 1 | 82,56 | 163 | 50,65% |
| Baja | 2 | 38,06 | 163 | 23,35% |
| Moderada | 3 | 25,18 | 163 | 15,45% |
| Alta | 4 | 13,38 | 163 | 8,21% |
| Muy Alta | 5 | 3,81 | 163 | 2,34% |

Fuente: elaboración propia

Desglosando, la categoría Muy Baja con el porcentaje más alto se encuentra distribuida a lo largo y ancho del municipio, y esto debido principalmente al factor histórico evidenciando seis acontecimientos, todos al este; a los aspectos climáticos ya que son un tanto homogéneos, sumando que la vulnerabilidad total baja tiene un porcentaje considerable.

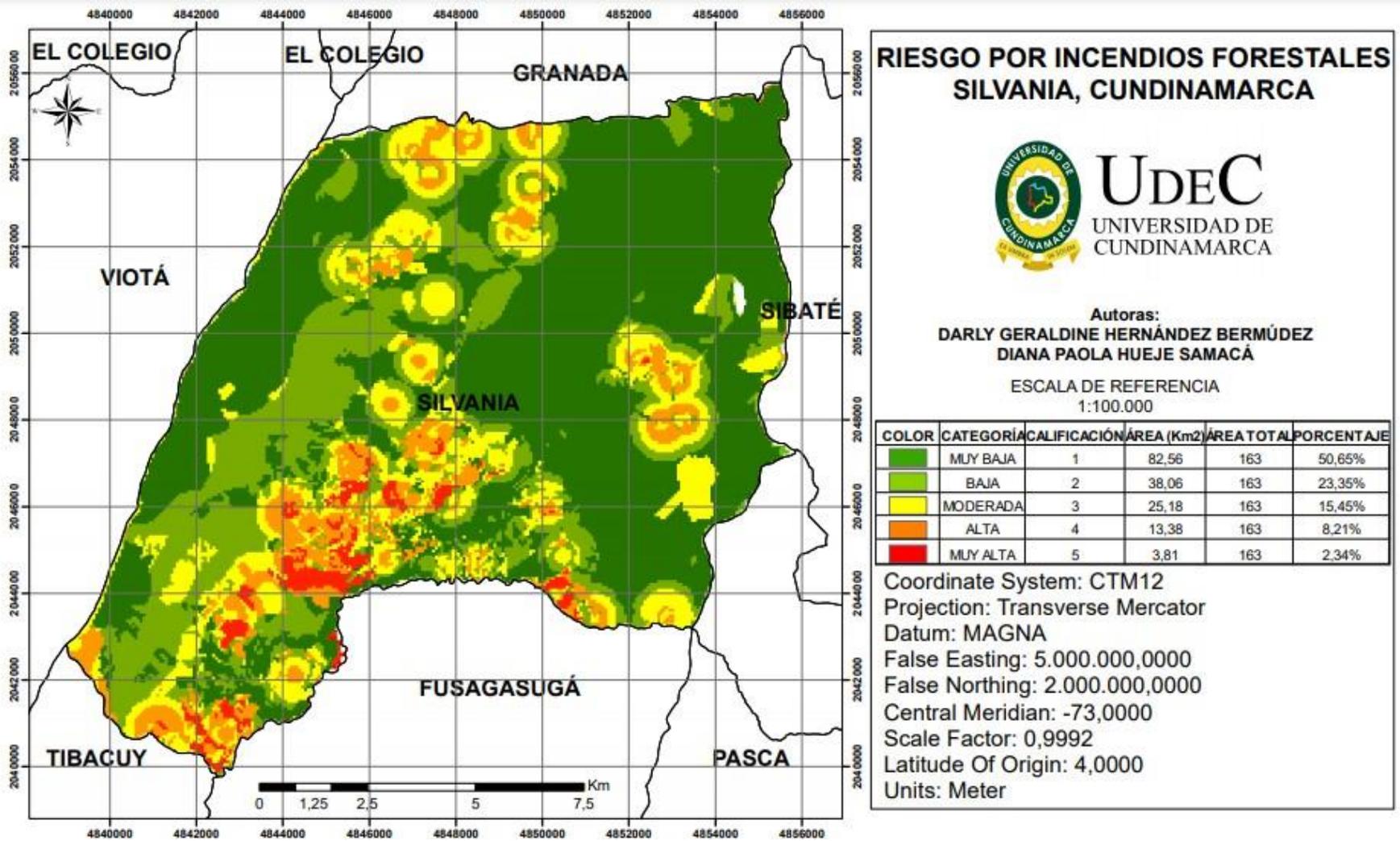


Figura 18. Riesgo por incendios forestales

Fuente: Elaboración propia

También se presentaron las categorías de Baja, Moderada, Alta y Muy Alta con porcentajes de 23.35%, 15.45%, 8.21% y 2.34% respectivamente. Se observa una disminución del riesgo progresivamente. Estos dos últimos porcentajes correspondientes al centro urbano, el sector de Condominios en el límite con Tibacuy, veredas de Loma alta, Panamá. Subia y Noruega en límites con Granada. Santa Rita y Agua Bonita. Debido a que la susceptibilidad por cobertura se expande en las veredas de Santa Rita, La Victoria, Agua Bonita, Noruega, Subia, Azafranal, y el centro urbano. Y los incendios ocurridos se presentaron desde, Subia, centro urbano, San José y Panamá. Siendo estos los dos factores con más influencia para esta categoría (Riera & Mogas, 2003).

6.7. MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES

La formulación de este tipo de medidas se hace necesaria para hacer una gestión física, sectorial, territorial, socioeconómica como lo menciona Alcaldía de Manizales & Universidad Nacional de Colombia (2005). Con este se pretende una reducción de riesgo considerable, evitando desastres de forma que se disminuyan los posibles efectos.

En contexto, las medidas estructurales tienen la finalidad de hacer construcciones que reduzcan y eviten los posibles impactos que se puedan presentar tras la ocurrencia de los fenómenos tratados en este documento, es decir, una serie de levantamientos ingenieriles de índole civil (Castillo et al., 2010). Por otro lado las medidas no estructurales, van enfocadas a la concienciación de la población, generación de reglas, normativas, desarrollo de conocimiento y participación pública que permitan la disminución de la vulnerabilidad de la población en riesgo (Novillo, 2012).

Para la posterior proposición de medidas para el municipio de Sylvania, se hizo enfoque en la pregunta 5 de la encuesta relacionada en la Tabla 25, los cuales se reflejan en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, mostrando que según la percepción de los encuestados los efectos de mayor impacto dan lugar en deforestación, escases de agua, contaminación del agua y daño en cultivos y áreas silvopastoriles. En contraste, a las afectaciones con impacto más bajo, relacionados con pérdida de vidas, pérdida de empleo, migración y heridos. Sin embargo, las perturbaciones con mayor número de votación fueron, daño en cultivos y ares silvopastoriles, contaminación en el agua, y escasez de agua, puesto que, dependiendo de ello es que desarrollan su vocación como municipio. Como impacto medio, seleccionaron en mayor cantidad contaminación en el agua daño en cultivos y áreas silvopastoriles, escasez de agua, afectación negativa a ganado, y afectación a muebles e inmuebles. Adicionando que su mayor preocupación se basa en el ámbito ambiental, contaminación y escasez del agua y deforestación por los fenómenos que ocurren y en medida considerable por la tala indiscriminada.

Fundamentándose en los resultados obtenidos, es preciso formular las medidas necesarias para el control de estas afectaciones que ocurren por fenómenos de origen natural como incendios, inundaciones y remoción en masa. A continuación, se relacionarán las medidas que se creen pertinentes para que el territorio este mayormente preparado y su grado resiliencia sea aún mayor (Herrera et al., 2016).

6.7.1. Medidas estructurales

6.7.1.1. Reforestación en zonas con grado considerable de riesgo

Como medidas de prevención ante los escenarios de riesgo previamente zonificados, el uso de especies vegetales para reforestar zonas de riesgo Alto y Muy Alto se hace necesario.

En el caso de los escenarios de remoción en masa el riesgo con categorías Alta y muy Alta, está distribuido en un 25% del área total del municipio, específicamente en lugares con características de pendientes superiores al 25% y cobertura vegetal escasa, lo cual aumenta la fragilidad en estas zonas, por esta razón se debe utilizar como método de prevención la siembra de especies vegetales que sirvan de anclaje y manejo de taludes sobre todo en estas zonas de pendiente significativa.

La elección de las especies vegetales para reforestación está sujeta a las condiciones climáticas del municipio, por lo tanto, se recomienda el uso de especies como el *Bambusoideae*, *Inga Spuria* (Guamo) y *Acacias Mangium*, estas especies no son nativas pero según un proyecto llevado a cabo por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se han introducido estas especies en el territorio nacional analizando previamente las condiciones del mismo y evidenciando la gran adaptabilidad de estas especies y su óptimo desarrollo (PNUD, 2017), siendo utilizadas entre otras cosas para prácticas de bioingeniería que incluyen la reforestación como barrera para estabilización de taludes y laderas mediante terrazas para detener eventos de remoción en masa. Es importante que en las zonas altas de las pendientes reforestadas se construyan zanjas que permitan el curso normal de las aguas de escorrentía.

Para el manejo y prevención de inundaciones es importante que en las zonas con alto riesgo como lo son algunos sectores de las veredas Subia Central, Jalisco, Agua Bonita y el perímetro urbano del municipio, sean reforestadas las zonas ribereñas de los cuerpos de agua que tienen influencia en estas zonas del municipio, es así como de acuerdo a la Zona de vida predominante en el municipio (Bosque Húmedo Montano Bajo) muchas de las especies características han sido eliminadas o disminuidas considerablemente en volumen (CAR & Guzman Gonzalez, 1996), lo cual responde a la importancia de reforestación, las especies que

se pueden utilizar para reforestar estas zonas son los sauces, las gramíneas y el bambú. Estas especies vegetales contribuyen con el equilibrio del sistema hídrico en las riberas, cuando se presentan temporadas de lluvias altas estas especies funcionan como captadoras de agua y reguladoras de los cauces protegiendo las áreas ribereñas y también funcionan como reservorios de agua en temporadas de baja pluviosidad.

Finalmente, para reforestar zonas con alto y muy alto riesgo a incendios forestales se debe elegir muy bien las especies que sean resistentes al fuego, también denominadas pirorresistentes, las especies que se pueden utilizar son: mortiño (*Hesperomeles spp.*) y el té de Bogotá (*Symplocos theformis*), también el gaque (*Clusia multiflora*), y el garrocho (*Viburnum triphyllum*), estas últimas son especies poco inflamables (Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente, 2000)

6.7.1.2. Seguimiento de las áreas reforestadas

En congruencia con la medida planteada anteriormente no solo es necesario que se realicen jornadas de reforestación, sino que también se lleve a cabo un monitoreo a las zonas reforestadas.

Para ello, se debe comenzar con la evaluación general del estado de las especies vegetales, en este sentido se debe controlar la presencia de alguna plaga o enfermedad que posean las especies hasta eliminarla definitivamente, se debe controlar la maleza alrededor de la plantación, también se recomienda usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores

Se debe estimar el estado de sobrevivencia y el estado sanitario de las especies sembradas, para evidenciar si se ha generado un proceso de deforestación o muerte de las especies que con anterioridad fueron sembradas.

Por último, es necesaria la divulgación, participación y capacitación a la comunidad sobre el cuidado de las especies sembradas, los beneficios de la reforestación y el compromiso de todos los actores civiles para el desarrollo de las plantaciones realizadas.

6.7.2. Medidas no estructurales

6.7.2.1. Desarrollo y fortalecimiento institucional

Actualmente existen instituciones como Bomberos de Colombia, Cruz Roja Colombiana, Defensa Civil, Policía y Ejército Nacional, Fuerza Aérea Colombiana, las cuales prestan servicios de apoyo en la ocurrencia de desastres naturales y atención en otros tipos de accidentes (UNGRD, 2016a).

Bomberos de Colombia:

Los bomberos tienen como funciones principales, la gestión del riesgo en incendios, coordinación y atención de rescates, investigar el origen del incendio, y ejecutar los planes y programas que sean adoptados por las instituciones de los bomberos de Colombia (Secretaría Senado, 2003).

En Silvania existe la presencia de solo un cuerpo de bomberos que se supone esta encargado de la prestación de sus servicios en todo el territorio, es por esta razón que la vulnerabilidad del municipio aumenta, ya que, no pueden asegurar una prestación de su apoyo de manera eficaz en la totalidad del área comprendida, por ello se propone adecuar un espacio nuevo para la ubicación de un inédito cuerpo de bomberos, en los límites entre San Luis Alto y Victoria Alta en la ronda de las coordenadas -74,331 y 4,445 puesto que es un punto central del

foco que se presenta entre estas dos veredas, y así, se podrá prestar una ayuda oportuna en todo el municipio y reducir el riesgo a la ocurrencia de incendios.

Cruz roja colombiana:

La cruz roja como entidad integral prestadora de auxilios, se permite asistir como respuesta a las emergencias por cualquier desastre de origen natural, además de la ejecución de la recuperación de las víctimas (Cruz Roja Colombiana, 2019).

Esta organización que a criterio de las autoras es la que presta una gama más amplia de servicios, que van desde la asistencia humanitaria de emergencia, hasta la búsqueda y rescate (Cruz Roja Colombiana, 2019), por estas razones es imprescindible su presencia en el municipio, cabe resaltar que la sede de la cruz roja colombiana más cercana se establece en el municipio de Fusagasugá y presta atención en Silvania cuando es requerido, sin embargo, es importante el establecimiento de una sede dentro del municipio, para una prestación en todo el territorio y ayudar a la mitigación de los eventos desastrosos, el lugar más propicio para su ubicación es en la ronda del punto con las coordenadas -74,382 y 4,411, este punto es cercano al centro urbano y se encuentra en una zona de concurrencia de alto riesgo para los tres fenómenos en estudio.

Defensa civil

Esta organización se encarga de la prevención y atención inmediata de desastres y calamidades, desarrolla acciones para el conocimiento del riesgo, realiza capacitaciones en el área de gestión del riesgo y capacita y entrena a los voluntarios que desean ser parte de la entidad con primeros auxilios y atención prehospitalaria (Defensa Civil Colombiana, 2016).

Al igual que como se muestra con la Cruz Roja, no hay un cuerpo de defensa civil en Silvania, y por el contrario no hay una sede en un punto cercano de los municipios colindantes por ello es indispensable su establecimiento en el territorio, además de poder brindar ayuda en el ayuntamiento podrá servir en los espacios limitantes y en si sus alrededores, una ubicación pertinente es el centro urbano del municipio.

Policía

En cumplimiento con la normativa colombiana, las funciones de las unidades de las operaciones especiales de emergencia y desastres de la policía nacional, tienen el trabajo de representarse en todas las instancias del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), “Liderar la estandarización, parámetros y lineamientos propios de la atención de emergencias y desastres”, y en esencia, “Supervisar el cumplimiento de las normas, guías, protocolos y manuales para la atención prehospitalaria, de acuerdo con la normatividad legal vigente y los lineamientos establecidos por los organismos de ayuda humanitaria y la Dirección de Sanidad, respectivamente, en materia de emergencias y desastres” (Policía Nacional, 2021).

La presencialidad de esta institución en el municipio es de vital importancia, en control y vigilancia del cumplimiento de las normativas además de la prestación de la atención prehospitalaria, existe la presencia de la policía en el municipio, pero la parte oeste esta desprotegida en cuanto la asistencia de la policía, se recomienda una nueva subestación en la ronda del punto con las coordenadas -74,323 y 4,444.

6.7.2.2. Elaboración de cartografía

El presente trabajo es la base fundamental de esta medida no estructural, ya que la zonificación de la peligrosidad de origen natural se volvió una herramienta de vital importancia para el entendimiento del comportamiento del territorio, desde la gestión del riesgo, de esta

manera saber con antelación que zonas están propensas a la ocurrencia de fenómenos de origen natural (Olcina et al., 2018).

Es clave tener información actualizada, la cartografía expuesta en el presente trabajo cuenta con información nueva y real, permitiendo la identificación de las zonas de interés mencionadas en el anterior párrafo. Es crucial que el mapeo consignado aquí y en la GDB que se presenta como fruto de la investigación, sea adoptado por las autoridades pertinentes, para el caso, la alcaldía. Aportando información clara al Plan de Desarrollo Territorial del municipio de Silvania, como guía del ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible y el planeamiento (Olcina, 2010). Además de servir como herramienta de prevención identificando la interacción de los factores naturales y artificiales (Cantarero Prados et al., 2017).

Se debe procurar hacer verificaciones y actualizaciones en la información consignada en esta cartografía, de tal manera que máximo cada década es preciso hacer chequeos de la información que se usó para su ejecución, puesto que pueden ocurrir cambios en la cobertura, en los conflictos por el suelo, aumento en la extensión del área comprendida en las reservas naturales, etc. Cambios que representan alteraciones en las amenazas y/o vulnerabilidades y por tanto en la zonificación del riesgo.

6.7.2.3. Instruir a la comunidad de la accesibilidad a la cartografía existente y la forma correcta de interpretación.

La cartografía digital en un sistema de información geográfica (SIG), que señala el análisis de aspectos biofísicos, sociales y económicos que permite la determinación de los grados de susceptibilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo (Carrasco et al., 2009). Se pretende que el municipio desarrolle un geoportal o portal de información que bien puede ser la página oficial en sí donde este publicada la información y sea fácil de interpretar.

En el portal encontrarán mapas con la zonificación a fenómenos de origen natural de incendios forestales, inundaciones y remoción en masa o deslizamientos. Con los componentes básicos que debe tener, un título, simbología o leyenda, escala, coordenadas y flecha norte (Alfaro et al., 2016).

El título, indica el área geográfica y el tema.

La leyenda, menciona los símbolos que se usan dentro de los mapas, con los colores que indican los tipos de datos que representan la imagen, es decir, por ejemplo, los tipos de coberturas.

La escala, relaciona las proporciones entre las medidas reales y las usadas dentro del mapa. Y, las coordenadas y flecha de norte, que ayudan en la ubicación de lo reflejado en el mapa con la realidad.

De esta forma, es preciso hacer aclaratoria esta información de tal modo que la comunidad sepa apreciar de manera correcta de los datos plasmados y remitir este tipo de explicaciones con las juntas de acción comunal de cada vereda. Aportando información municipal, pero que también se puede interpretar por veredas para un tratamiento e interpretación de manera más local.

6.7.2.4. Promover simulacros y simulaciones que fortalezcan la resiliencia del territorio silvanense

Dentro de los programas a promocionar, los simulacros y/o simulaciones son la parte esencial, sobre todo en las zonas de categorías de riesgo de Alta y muy Alta. Por medio de tres etapas, planeación y organización, ejecución y evaluación (UNGRD, 2016).

El hacer este tipo de ejercicios radica en acción propia de una reducción considerable del riesgo, ya que, de los tres escenarios de riesgo existen evidencias históricas, reportes que

indican que el municipio siga expuesto a la ocurrencia de esos fenómenos. De tal modo se requiere aumenta la capacidad de respuesta del municipio en las veredas San José del Chocho, Quebrada Honda, Subia Central, Victoria Alta, y San Luis Alto por el fenómeno de remoción en masa. Noruega Alta, Subia Central, Noruega Alta, Victoria Alta, San Luis Alto y los límites con Tibacuy por riesgo a inundaciones. Además de centro urbano, el sector de Condominios en el límite con Tibacuy, veredas de Lomalta, Panamá. Subia y Noruega en límites con Granada. Santa Rita y Agua Bonita. Como es evidente hay veredas y sectores donde hay riesgo alto de que se presenten los tres fenómenos.

Según los resultados arrojados en la encuesta, el 62.50% de los encuestados reportan que nunca se ha realizado un simulacro de emergencia, y otro 26.09% de 0 a 2 años, pero en las empresas que han trabajado o en el centro urbano. Implementado los simulacros se pretende fortalecer a la comunidad, los colegios e instituciones de educación y lo que corresponde a los organismos de socorro.

Los ejercicios a realizar se harán de dos formas, avisados y sorpresivos, de forma que en un inicio se hagan avisados en donde se explique la dinámica de la actividad y luego de forma sorpresiva a modo de evaluar lo aprendido, se debe replicar el ciclo de avisado y sorpresivo cada vez que se quiera agregar o modificar la simulación.

Los procedimientos que se pondrán a prueba son los que conlleven a la disminución de los riesgos, donde se muestren puntos de encuentro, acciones a realizar en las épocas de invierno donde es recurrente la presencia de inundación y remociones en masa, y en épocas de verano que son más propensas a incendios forestales.

Para este último caso, tener reservas de agua e incentivar a la comunidad a sembrar vegetación piroresistente. Saber cómo apagar el incendio con agua reservada, avisar a las instituciones de apoyo e iniciar una cadena de detección y alarma de inicio del incendio (Villanueva, 1983).

En las inundaciones se debe iniciar por una alerta temprana por parte de la alcaldía desde que se evidencien cambios en las rondas de los cauces y precipitaciones de grandes cantidades, es importante construir sistemas de drenaje caseros que eviten el ingreso de grandes cantidades de aguas lluvias. Identificar “el alejamiento (desplazamiento temporal y en zonas cercanas), como para la evacuación (desplazamiento más prolongado y distante)” (Junta de Andalucía, n.d.),

Finalmente, para las remociones en masa, tener claro si se vive en un lugar propenso a estos fenómenos, manejo adecuado de las aguas lluvias y negras de forma que no desestabilice más los terrenos, informar sobre fugas de agua y grietas en las casas y suelos aledaños y evacuar si es necesario (Alcaldía de Santiago de Cali, 2018).

6.7.2.5. Otras medidas a tener en cuenta

Las principales causas de remoción en masa son las frecuentes fallas en sus taludes, por situaciones que se pueden presentar en conjunto o individualmente, disminución en la resistencia del material y los aumentos de los esfuerzos en la cortante. Debido a esto es preciso establecer una serie de medidas fundamentadas en publicaciones realizadas por INVIAS & Universidad Nacional de Colombia (2006) y García & Restrepo (2016), la Tabla 32 es el resultado de la condensación de estas dos publicaciones.

Tabla 32 Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a remoción en masa

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones |
|--------------------------------|--------------------------|---|
| Estructurales | Reconformación | Tendido del talud, corrige deslizamientos pequeños, con materiales más meteorizados. |
| | | Construcción de bermas de suelo y roca en la pata del talud, suministra contrapeso en la pata del talud errante. |
| | | Construcción de trincheras estabilizantes, mejora las condiciones de solidez de la tierra. |
| | | Terraceo, ayuda a controlar la erosión en los taludes y retiene detritos que proceden de remociones reducidas. |
| | Contención | Muros de gaviones, son unidades de forma paralelepípedo en malla de alambre galvanizado, reprime las tierras y rellenos. |
| | | Muros de gravedad en concreto, sirven como estructura de peso o gravedad en alturas inferiores a 6m, aportan estabilidad evitando las remociones. |
| | | Muros de encofrado o de cribas, conveniente para enmendar pequeñas remociones en masa. |
| | | Muros reforzados, resiste los movimientos por presión de la tierra sobre el muro. |
| | | Muros anclados, se insertan en el suelo o roca a fin de proteger el muro de contención. |
| | | Disques en tierra o roca, estos permiten el sostenimiento a una masa de suelo o roca. |
| | Anclajes en suelo y roca | Anclajes en roca, se usa en inspección de remociones en roca. |
| | | Pantallas ancladas, muros de concretos vertidos directamente sobre la cara del talud con elementos prefabricados. |
| | | Suelos empernados o sistemas de clavetaje, asegura el suelo con perfiles insertados o inyectados. |

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones | |
|--|---------------------------|--|---|
| | Revestimientos en taludes | Pilotes y caissons, estabilizan deslizamientos poco agudos. | |
| | | Vegetación, se usa para fijar las geomallas mientras germinan o enraíza. | |
| | | Flexibles, formados por mallas metálicas que obstaculizan las caídas de rocas. | |
| | Retención de rocas | Rígidos livianos y pesados, favorecen el anclaje de la malla. | |
| | | Escudos contra caídas de rocas. | |
| | | Cunetas, bermas y trincheras de intercepción, evitan que los productos de las remociones en masa lleguen a la carretera. | |
| | | Muros de contención, estos previenen el movimiento y absorben la energía producida por el impacto de las rocas. | |
| | No estructurales | Medidas activas | Organización para atención de emergencias. |
| | | | Desarrollo y fortalecimiento institucional. |
| | | | Capacitaciones y educación formal. |
| Acceso a información pública y campañas de difusión. | | | |
| Participación comunitaria. | | | |
| Gestión a nivel local. | | | |
| Medidas pasivas | | Normativa para futuras construcciones. | |
| | | Renovar el plan básico de ordenamiento a favor de la gestión del riesgo. | |
| | | Estímulos fiscales y financieros. | |
| | | Promoción de seguros. | |

Fuente: elaboración propia

La realización de la cartografía de riesgo fue la principal herramienta para el planteamiento de las medidas plasmadas en la Tabla 33 , además de los fundamentos captados en información dotada por Berga (2011) y .

Tabla 33 Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a inundaciones

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| No estructurales | Educación para el riesgo | Concienciación a la población sobre los territorios que pueden ser inactivos en épocas de verano para inundación y en épocas de invierno tiene potencial activo. De tal forma que son cauces y no vertederos de todo tipo, lo que puede causar taponamiento. |
| | | Instruir a la comunidad de cómo y dónde pueden encontrar cartografía y la forma correcta de interpretación para el posterior reconocimiento del riesgo de inundación en su área de residencia. |
| | | Incentivar a la creación espacios de almacenamiento para que en los momentos de inundación puedan captar el recurso de manera integral y aprovecharlo para mitigar las épocas de escasez. |
| | | Desarrollar espacios de participación para la población de forma que se sensibilicen sobre los impactos ambientales que causa el arrojar basuras a los cauces y calles. |
| | Ordenamiento básico del municipio | Elaboración de cartografía de riesgo actualizado (fruto del actual estudio). |
| | | Actualizar el PMGR de Sylvania con base a la cartografía actual que previamente se realizó. |
| | | Renovar el plan básico de ordenamiento a favor de la gestión del riesgo. |
| Estructurales | Mantenimiento | Realizar limpiezas a los cauces en tiempos establecidos, dependiendo la cantidad de residuos que se observe sobre los cuerpos |
| | | Cambiar gradualmente la vegetación invasiva por nativa que beneficie la cosecha de agua y la limpieza de las fuentes naturalmente. |
| | | Fijar las laderas con vegetación adecuada de los barrancos, reduciendo la erosión y la inundación, favoreciendo la absorción del agua y reduciendo la escorrentía. |
| | Acondicionamiento | Obrar áreas de inundación natural en las proximidades del lecho, para beneficio en épocas de baja pluviosidad. |
| | | Reemplazar construcciones caseras por obras civiles, cómo puentes, en lugares de alta concurrencia, para permitir el paso natural del recurso hídrico |

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones |
|-------------------------|--|--|
| | | Disponer de sensores de nivel del agua a lo largo de los cuerpos hídricos, para hacer seguimiento del nivel del agua y su posible aumento futuro. |
| | Estructuración (construcciones a realizar por la alcaldía) | Estructuras de retención como lo son las represas y embalses, estas obras permiten evitar las inundaciones causadas por grandes caudales. |
| | | Estructuras de protección para salvaguardar las zonas urbanas, de tal modo que obstaculizan el ingreso de agua a las urbes, un ejemplo de ello son los diques, lo cuales fuerzan al flujo del agua a transcurrir por un lugar previamente planificado. |
| | | Sistemas de drenaje que permiten la gestión del agua de escorrentía constituido por los complejos de alcantarillado y el conjunto principal de desagüe para el flujo sobrante. Entre estos esta una totalidad de edificaciones sostenibles: - Cubiertas vegetadas -Áreas de bioretención -Franjas filtrantes |

Fuente: Elaboración propia

Después de la identificación de las áreas expuestas a incendios forestales y conocer la percepción que tiene la comunidad sobre las afectaciones que tiene este fenómeno en su territorio entre las cuales se destacaron la deforestación, afectación a cultivos y áreas silvopastoriles, pérdidas de vidas animales y vegetales, y daños a muebles e inmuebles. Se formulan las siguientes opciones como medidas que se pretende disminuyan la amenaza y vulnerabilidad del territorio como se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, estas medidas se proponen con base a los documentos publicados por UAECOB B10 Marichuela & Subdirección de Gestión del Riesgo (2019) y Corrêa et al. (2017).

Tabla 34. Medidas estructurales y no estructurales para gestión del riesgo a incendios forestales.

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones |
|-------------------------|--|---|
| No estructurales | Reducción de amenaza | Control de ingreso a áreas con susceptibilidad de vegetación. |
| | | Incentivar a la realización de actividades silvopastoriles. |
| | | Capacitaciones a los líderes comunitarios e integrantes de juntas de acción comunal en la prevención de incendios forestales. |
| | | Entrenamiento didáctico infantil en escuelas y colegio rurales. |
| | | Aplicación de la cartografía actualizada en el PBOT de Sylvania. |
| | | Control en zonas de posible expansión urbana. |
| | | Expansión y demarcación de suelos de protección. |
| | | Incorporación y aplicación de normativas y reglamentaciones para la protección de zonas de protección y desarrollos urbanísticos. |
| | | Adecuación e incorporación de áreas con extintores, hidrantes, aducción de agua y entrenamiento de la brigada de incendio. |
| | Modos de detección, transmisión de alarma, calidad del cuerpo de bomberos y exhaustivo del humo. | |
| | Reducción de vulnerabilidad | Capacitación a los sectores productivos para el uso técnico del fuego. |

| Clasificación de medida | Enfoque | Acciones |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| | | Sensibilización a la comunidad que hace uso del fuego sobre el riesgo potencial de la ocurrencia de incendios forestales. |
| | | Fomentar las prácticas agrícolas que controlen la erosión y sedimentación de los suelos. |
| | | Educación ambiental. |
| | | Capacitación y organización de la comunidad. |
| Estructurales | Reducción de amenaza | Reforestación de las áreas donde hubo ocurrencia de incendios con especies vegetales piroresistentes, evitando el grado de combustibilidad. |
| | | Conservación de zonas protegidas por riesgo. |
| | | Creación y mantenimiento de cercas vivas en lo posible con vegetación piroresistente. |
| | | Introducir resistencia al fuego con estructuras de fachada, planta de hormigón y divisiones. |
| | Reducción de vulnerabilidad | Limpieza y despeje de material combustible vegetal. |
| | | Manejo silvicultural de bosques y plantaciones. |
| | | Equipamiento para el personal de Bomberos y organismos de socorro para el control y liquidación de incendios. |

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

En la actualidad, la gestión del riesgo es uno de los pilares fundamentales en la planeación territorial y por ello ha penetrado profundamente a nivel internacional, nacional y local. Una adecuada gestión del riesgo en un territorio implica la adopción de medidas, políticas y acciones que contribuyan con el manejo de los desastres que puedan ocurrir en determinado

lugar, sin embargo, es imprescindible el conocimiento de la distribución espacial de los escenarios de riesgo a cualquier desastre natural, si no se cuenta con una zonificación clara, el proceso de gestión del riesgo estará sometido a la acción de respuesta y no a la prevención.

De acuerdo a la identificación inicial y la aplicación de encuestas en el municipio se reveló la similitud entre la percepción de las personas encuestadas en contraste con la información aportada por DESINVENTAR, otras fuentes oficiales y los resultados finales de este trabajo, con respecto a los fenómenos de origen natural más predominantes en Silvania. Así mismo, se registró que según las personas encuestadas la gestión del riesgo traducida en planes de monitoreo, seguimiento y prevención a desastres es nula, reflejado en la ausencia de las autoridades competentes y el desconocimiento de la población frente a planes de acción, roles y sistemas organizacionales e institucionales que permitan prevenir y dar manejo integral a los desastres naturales que puedan ocurrir.

Como consecuencia de la zonificación realizada se evidenció que, el riesgo con mayor trascendencia para el municipio es el provocado por inundaciones, ya que cerca del 61% del municipio tiene una amenaza moderada, alta y muy alta para este fenómeno, lo que más incide en el incremento del riesgo es la vulnerabilidad del municipio sobre todo por infraestructura y vulnerabilidad de tipo poblacional; en seguida se cuenta con el riesgo a fenómenos de remoción en masa e incendios forestales que están influenciados en gran medida por la susceptibilidad y amenaza que generan las características propias del municipio como coberturas vegetales, pendientes, geología y con ello los detonantes como las condiciones climáticas del municipio. En conclusión, se puede decir que el riesgo tiene un comportamiento proporcional a la vulnerabilidad, ya que el riesgo se incrementa por las afectaciones que podría generar un fenómeno sobre una sociedad o territorio vulnerable.

En consideración con lo anterior, el planteamiento de medidas estructurales y no estructurales son estrategias puntuales y claras que la administración municipal puede implementar para los eventos de origen natural correspondientes y analizados en este documento.

Es importante que no solo se revisen condiciones de amenaza propias del municipio, sino que también se tenga en cuenta junto a la vulnerabilidad que presenta el municipio, pues gran parte de la categoría de riesgo puede evitarse con la disminución de la vulnerabilidad, siendo la susceptibilidad, amenaza y el riesgo un sistema que debe revisarse en conjunto.

Entre tanto, es importante mencionar que el municipio de Sylvania hasta el momento cuenta con una zonificación de escenarios de riesgo de manera general, sin contar con claridad, aspectos de vulnerabilidad que en este trabajo se tienen en cuenta y que conllevaron a la distribución espacial de los escenarios de riesgo previamente identificados, lo cual da respuesta a la pregunta de investigación planteada y se demuestra el logro de los objetivos propuestos. Es así como, este documento brinda una información valiosa y que sirve como referente para el desarrollo del Plan Municipal de Gestión del Riesgo teniendo como fundamento que la zonificación hace parte de las dos primeras etapas en el desarrollo de la gestión del riesgo, y el cumplimiento de lo estipulado en el Decreto 1807 de 2014 que reglamenta la incorporación de la gestión del riesgo dentro de los POT de cada municipio, con ayuda de cartografía y sistemas de información geográfica, de allí se destaca la utilización de estos sistemas dentro del presente trabajo ya que para la obtención de la distribución espacial y los mapas resultado de esta investigación fue imprescindible el uso de las herramientas SIG.

Finalmente, debido al grado de vulnerabilidad y riesgo a remoción en masa, inundaciones e incendios forestales en Sylvania, las medidas planteadas facilitan la toma de

decisiones en caso de emergencia, lo cual optimiza el proceso de atención y respuesta de los organismos de control, así como la preparación de los habitantes, quienes a su vez serán quienes más aporten a la hora de la presencia de estos eventos.

8. REFERENCIAS

- Acuña, J. (2016). ANALYSIS OF INSTITUTIONAL VULNERABILITY IN THE METROPOLITAN DISTRICT OF CARACAS. In *XXXII* (Vol. 52).
- Administración provincial del agua. (2004). *ZONIFICACIÓN DE RIESGO HÍDRICO AGROPECUARIO PRIMERA ETAPA: DORSAL AGRÍCOLA CHAQUEÑA*.
- Aguirre Calderon, O. A., Jiménez Pérez, J., Muños Robles, C. A., Treviño Garza, E. J., & Verástegui Chávez, J. (2005). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación del peligro de incendios forestales en la Sierra Madre Oriental de México. In *Boletín* (Vol. 56).
- Alcaldía de Manizales, & Universidad Nacional de Colombia, S. M. (2005). *Gestion de riesgos en Manizales*. http://idea.manizales.unal.edu.co/sitios/gestion_riesgos/reduccion.php
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2018). *Cómo actuar a la hora de un deslizamiento de tierra*. <https://www.cali.gov.co/gestiondelriesgo/publicaciones/140451/como-actuar-a-la-hora-de-un-deslizamiento-de-tierra/>
- Alfaro Chavarría, C., Alfaro Sánchez, M., Cedeño Montoya, B., Moraga Peralta, J., Núñez Solís, C., Ruiz Hernández, A., & Sandoval Murillo, L. (2016). *Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar Escuela de Ciencias Geográficas GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS II VERSIÓN DOCUMENTO PREPARADO PARA NORMAR LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS CARTOGRÁFICOS PREPARADO POR*.
- Anconchea, E., & Barrera, J. L. (2002). Medidas estructurales y no estructurales ante el riesgo volcánico. *Riesgos Naturales*, 287–294. https://eprints.ucm.es/id/eprint/42482/1/2002_Medidas_Cap_13_Riesgos_Naturales_Ed_Ayala_y_Olcina.pdf

- Aristizabal, E., & Hermelin, M. (2010). A proposal for terrain zoning for risk management focusing on land use definition. *Gestión y Ambiente*, 14, 7–16.
- Banco Mundial Colombia, & GFDRR. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia Un aporte para la construcción de políticas públicas*. 438.
- Berga Casafont, L. (2011). Floods in Spain. The new European Directive on floods. *Revista de Obras Públicas Nº 3.520. Año 158, 0034–8619*, 7–18.
http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2011/2011_abril_3520_02.pdf
- Cantarero Prados, F., Perles Roselló, M. ., & Sortino Barrionueno, J. . (2017). Cartografía de la vulnerabilidad del territorio frente al riesgo de inundación. Propuesta adaptada a la directiva europea de inundaciones y normativas derivadas. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 2017(75), 341–372. <https://doi.org/10.21138/bage.2504>
- CAR, A. J., & Guzman Gonzalez, D. (1996). *ZONAS D E VIDA O FORMACIONES VEGETALES*.
- Cardona, O. D. (n.d.). EVALUACIÓN DE LA AMENAZA, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO. In *Los desastres no son naturales*.
- Carpente Montero, J., Pita Fernández, S., & Vila Alonso, M. (1997). Determinación de factores de riesgo. In *Cad Aten Primaria* (Vol. 4). www.fisterra.com
- Carrasco Urrutia, K. A., Corral Avitia, A. Y., Corral Díaz, R., Cota Espericueta, A. D., De la Mora Covarrubias, A., & Santana Contreras, L. E. (2009). LA CARTOGRAFÍA DE RIESGO COMO INSTRUMENTO TÉCNICO PARA LA REUBICACIÓN DE LA INDUSTRIA LADRILLERA DEL MUNICIPIO DE JUÁREZ, MÉXICO. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 17–26.
- Carrillo Rojas, A., Delgadillo Macías, J., Ibarra Pellegrín, F., Rodríguez Velasquez, D., Soltero Varela, K., & Torres Torres, F. (1996). *Desastres naturales aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México*.
- Castillo, J., Escuder, I., & Matheu, E. (2010). *Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales por Ignacio Escuder*.

- Cerinza Parra, S. (2016). *ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICACIÓN DE AMENAZA POR INCENDIO FORESTAL, CON CARACTERIZACIÓN DE UNA ZONA PILOTO EN EL MUNICIPIO DE SOACHA.*
- Clarke, C., & Pineda, C. (2007). *Riesgo y Desastres: Su gestión municipal en Centroamérica* (IDB Bookstore (ed.)).
- Resolución 471, 32 (2020).
https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_471_de_2020.pdf
- Concejo Municipal de Silvania. (2000). *ACUERDO No. 22 OCTUBRE 31 DE 2.000* (Issue 22).
- Contreras Sierra, S. M. (2014). *DESARROLLO DE MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL JABOQUE, BASADAS EN EL ANÁLISIS WQI.*
- Correa Bravo, J. D., Vences Hidalgo, F. A., & Zambrano Andrade, E. L. (2020). FLOOD RISK ZONING IN THE RIO GRANDE, MOSQUITO, GARRAPATA SUBWATERS CONTRIBUTING TO THE RIO CHONE. *Revista de Ciencias Agropecuarias "ALLPA,"* 3(2600–5883), 2–7.
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/61/134>
- Corrêa, C., Hahnemann, A. L. C., & Rabbani, E. R. K. (2017). Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileña. *Revista ALCONPAT*, 7(2), 186–199. <https://doi.org/10.21041/ra.v7i2.178>
- CORTES, N. G. (2004). *GEOMORFOLOGÍA E HIDROLOGÍA, COMBINACIÓN ESTRATÉGICA PARA EL ESTUDIO DE LAS INUNDACIONES EN FLORENCIA (CAQUETÁ) NADEZHDY GINOVA HORTUA CORTES.*
- Cruz Roja Colombiana. (2019). *Manejo de Desastres - Cruz Roja Colombiana.*
<https://www.cruzrojacolombiana.org/gestion-del-riesgo-de-desastres-grd/manejo-de-desastres/>
- Defensa Civil Colombiana. (2016). *Objeto y Funciones - Defensa Civil Colombiana.*

<https://www.defensacivil.gov.co/index.php?idcategoria=150>

Delgado Noguera, J. G. (2019). Zoning of flood risk as a contribution to prevention, in the port - Laguna de la Cocha- Colombia. *Revista Novedades Colombianas*, 14(1), 27–47.

<https://doi.org/10.47374/novcol.2019.v14.1432>

Departamento nacional de planeacion. (2019). El futuro es de todos. *Cultura Educación Y Sociedad*, 10(1), 79–91. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.10.1.2019.06>

Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente. (2000). *PROTOCOLO DISTRITAL DE RESTAURACION ECOLOGICA*.

DESINVENTAR. (n.d.). *Results*. Retrieved September 2, 2020, from

<https://www.desinventar.net/DesInventar/results.jsp>

Dewitte, O., Chung, C. J., & Demoulin, A. (2006). Reactivation hazard mapping for ancient landslides in West Belgium. *Natural Hazards and Earth System Science*, 6(4), 653–662.

<https://doi.org/10.5194/nhess-6-653-2006>

Díaz, M. A., & Encarnacion, G. M. (2018). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*.

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8655>

Escobar, D. I. (2019). *ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN ZONA SEMIÁRIDA DEL NORTE CHILENO MEDIANTE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO (USLE): EL CASO DE PUNITAQUI (IV REGIÓN DE COQUIMBO)*.

FAO. (2009). *Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres una guía*.

<http://www.fao.org/3/a-i0304s.pdf>

Ferla Silva, L. M., Gutierrez Castaño, O. L., & Rodriguez Moscoso, C. M. (2020).

Caracterización del perfil de la mujer emprendedora en el municipio de Sylvania, Cundinamarca | In Vestigium Ire.

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/2022>

FOMIPYME, & MINCIT, ministerio de comercio industria y turismo. (2003).

ESTRUCTURACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL MIMBRE EN LOS

*DEPARTAMENTOS DE TOLIMA y CUNDINAMARCA 2.4 TALLER SOBRE
METODOLOGÍA DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS •.*

- Gallardo Inga, M. A. (2016). "CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y ZONIFICACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA FRANJA DEL DERECHO DE VÍA DEL TRAMO UNO DEL OLEODUCTO DE CRUDOS PESADOS – OCP ECUADOR S.A." *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- García Acosta, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, 19, 11–24.
- García Bonilla, N. A., & Restrepo Albarello, A. C. (2016). *LA INTEGRACIÓN DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR DESLIZAMIENTO EN COLOMBIA.*
- Guzzetti, F., Galli, M., Reichenbach, P., Ardizzone, F., & Cardinali, M. (2006). Landslide hazard assessment in the Collazzone area, Umbria, central Italy. *Natural Hazards and Earth System Science*, 6(1), 115–131. <https://doi.org/10.5194/nhess-6-115-2006>
- Herrera Enríquez, G., Guevara Viejó, F., Castillo Paez, S., & Zambrano Vera, D. (2016). *Proceso Analítico Jerárquico Difuso en la selección de variables para la evaluación de la resiliencia en zonas afectadas por desastres. N° 46, 45–66.* <http://www.worldriskreport.org/>
- Hurtado, T., & Bruno, G. (n.d.). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones.*
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000: Vol. TH-62-04-1 (Issue 257).*
- IDEAM. (2011). Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal ESCALA 1:100.00. In *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal ESCALA 1:100.00.*
- IDEAM, IGAC, & CORMAGDALENA. (2008). *IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa*

de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000.

INVIAS, I. N. de V., & Universidad Nacional de Colombia. (2006). *Manual para la Inspección visual de Obras de estabilización*. 43.

Junta de Andalucía. (n.d.). *Plan de emergencia ante riesgo de inundaciones en Andalucía*.

Retrieved April 21, 2021, from

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/maqueta_inundaciones_0.pdf

Kanungo, D. P., Arora, M. K., Sarkar, S., & Gupta, R. P. (2009). Landslide Susceptibility Zonation (LSZ) Mapping—A Review. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2(1), 81–105.

Lagos, M. (2012). Zonificación del riesgo de tsunami en el centro-sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53, 7–21. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022012000300001>

Lesmes Moreno, H. (2016). Contribución con el desarrollo del proyecto de investigación denominado promoción del agro ecoturismo en la provincia del sumapaz de la empresa agro ecoparque punto verde. *Africa's Potential for the Ecological Intensification of Agriculture*, 53(9), 1689–1699.

López, R. E., Zuluaga, A. D., Gómez, F., & Tapia, L. (2020). Aplicación Del Método Mora-Vahrson Para Evaluar La Susceptibilidad a Deslizamiento En El Municipio De Manaure, Cesar, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres (REDER)*, 4, 57–70.

Macías, J. M. (1992). Significado de la vulnerabilidad social frente a los desastres. *Revista Mexicana de Sociología*, 54(4), 3. <https://doi.org/10.2307/3540934>

Magdalena Villa, M. C., Inzunza I, M. A., & Catalán V, E. A. (2001). Agro-ecological Regionalization of Vegetable Crops Involving Levels of Risk. *Terra Latinoamericana*, 19, 1–7. www.fas.usda.gov

Mahecha, W., Prieto, G. A., Garzon, O. G., Ruiz, N. E., & Rojas, A. D. (2012). *PMGR*

Silvania.pdf.

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/462/PMGR>

[Silvania.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/462/PMGR/Silvania.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Maldonado Copello, M. M. (2008). LA LEY 388 DE 1997 EN COLOMBIA: ALGUNOS PUNTOS DE TENSION EN EL PROCESO DE SU IMPLEMENTACIÓN. *ACE*, 46–66.

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5634/3_MARIA-MERCEDES3.pdf

Martín, D., & Murgida, A. M. (2004). *VULNERABILIDAD CULTURAL Y ESCENARIOS DE RIESGO POR INUNDACIONES.*

<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/73964/85260>

Martinez, R. R. (2004). *Diseño Del Plan De Emergencias Y Silvania , Departamento De Cundinamarca . Diseno Del Sistema De Alertas Tempranas.*

Matiz, J. (2013). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLAN DE CONTINGENCIA Y EMERGENCIA.*

Méndez, W., González, Z., Suárez, J., Arauno, M., Vielma, M., & Maiz, H. (2016).

Geomorfología de los abanicos aluviales del piedemonte norte del macizo El Ávila, estado Vargas, Venezuela. *Revista de Investigación Vol.40 No.87, 40.*

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000100006

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.). Retrieved September 2, 2020, from

<https://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Vivienda, C. y T. (2014). *Decreto 1807 de 2014.* 19.

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/SRR/decreto_1807_19_septiembre_2014.pdf

Monroy, Y. A., & Prada, A. M. (2019). ZONIFICACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO, COMO HERRAMIENTA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ CUNDINAMARCA. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Moraga Peralta, J. C. (2010). EVALUACIÓN DEL RIESGO ANTE INCENDIOS FORESTALES EN LA CUENCA DEL RÍO TEMPISQUE, COSTA RICA. In *Revista Geográfica de América Central*.

Naciones Unidas/CEPAL. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales. In *Publicación de las Naciones Unidas*.

Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La Gestión del Riesgo Un enfoque basado en procesos*. www.comunidadandina.org

Niño, L. (2018). Health risk zoning: yellow fever from a geographical perspective in La Macarena, Department of Meta, Colombia. *Salud Colectiva*, 14(1), 19.
<https://doi.org/10.18294/sc.2018.1087>

Novillo López, D. (2012). *El riesgo de inundación. Medidas estructurales y medidas no estructurales. Herramientas para la cuantificación*.
<https://www.eoi.es/blogs/danielnovillo/2012/04/26/el-riesgo-de-inundacion-medidas-estructurales-y-medidas-no-estructurales-herramientas-para-la-cuantificacion/>

OCDE. (2019). Evaluación de la gobernanza del riesgo en Colombia. In *Evaluación de la gobernanza del riesgo en Colombia*. <https://doi.org/10.1787/f4ff1a69-es>

Olcina Cantos, J. (2010). El tratamiento de los riesgos naturales en la planificación territorial de escala regional. *Papeles de Geografía*, 51–52, 223–234.
<https://revistas.um.es/geografia/article/view/114531>

Olcina Cantos, J., Morote Seguido, Á.-F., & Hernández Hernández, M. (2018). Evaluación de los riesgos naturales en las políticas de ordenación urbana de los municipios de la provincia de Alicante. Legislación y cartografía de riesgo. *Cuadernos Geográficos*, 57(3), 152–176. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i3.6390>

Olcina Cantos, J., & Oliva Cañizares, A. (2019). Medidas estructurales versus cartografía de

inundación en la valoración del riesgo en áreas urbanas: El caso del barranco de las Ovejas (Alicante, España) - Dialnet. *Cuadernos Geográficos*, 59, 199–220.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7425611>

Oriol Bosch, A. (2012). *Resiliencia*.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132012000200004

Pausas, J. G. (2012). “Incendios Forestales” de Juli G. Pausas. 2012. ISBN: 978-84-8319-714-1/978-84-00-09492-8, Catarata y CSIC, Madrid, España. *Ecosistemas*, 21(3), 121–121.

<https://doi.org/10.7818/ECOS.2012.21-3.20>

Pinto Blanco, E. G. (2016). Análisis De Vulnerabilidad Por El Fenómeno De Remoción En Masa En La Vereda San Luis, Municipio De Silvania - Cundinamarca. *Revista Brasileira de Ergonomia*, 9(2), 10. <https://doi.org/10.5151/cidi2017-060>

PNUD, P. de las N. U. para el D. (2017). *El bambú ayuda a prevenir desastres*.

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/ourstories/nepal--bamboo-keeps-villagers-dry.html>

Policía Nacional. (2021). *Funciones de PONALSAR - Policía Nacional*.

<https://www.policia.gov.co/especializados/ponalsar/funciones>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, P. C. (2012). *Conceptos Generales sobre*.

Ramos Ramírez, Ó. A. (2020). *MAPEO Y ANÁLISIS ESPACIAL DE RIESGOS POR INCENDIOS FORESTALES EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO, CUNDINAMARCA*
MAPPING AND SPATIAL ANALYSIS OF RISKS BY FORESTAL WILDFIRES IN THE MUNICIPALITY OF SAN FRANCISCO, CUNDINAMARCA BOGOTÁ-COLOMBIA.

Especialización en Geomática. <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37322>

Ribera, L. (2004). Flood risk maps: Vulnerability representation and technological innovations contribution. *Documents d'Analisi Geografica*, 43, 153–171.

Riera, P., & Mogas Amorós, J. (2003). Valoración del riesgo de incendios forestales en España.

- Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, 135, 119–126.
- Ruiz Figueroa, D., & Sandoval Sierra, E. M. (2017). Zonificación de amenazas por deslizamientos a partir del modelo de Mora y Vahrson * Zoning of hazards by landslides starting from the model Mora and Vahrson. *Entorno Geográfico*, 13, 114–141.
- Ruiz Perez, M. (2011). *Vulnerabilidad territorial y evaluación de daños postcatástrofe: una aproximación desde la geografía del riesgo*.
- Sabogal Lara, J. E., & Rojas Pinilla, H. (2020). *SISTEMA DE INFORMACIÓN TURÍSTICA DEL MUNICIPIO DE SILVANIA-CUNDINAMARCA DESDE LA GESTIÓN PÚBLICA*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sandoval, E., & Ruiz, D. (2017). *Zonificación de amenazas por deslizamientos a partir del modelo de Mora y Vahrson*.
- Secretaría Senado. (2003). *Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [LEY_0812_2003]*.
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0812_2003.html
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA*. www.imprenta.gov.co
- Servicio Geológico Colombiano. (2020). *Amenaza Sísmica*.
http://srvags.sgc.gov.co/jsviewer/Amenaza_Sismica_2020/
- Suárez, D. (2008). *Desarrollo de indicadores de riesgo y gestión del riesgo urbano para el diagnóstico y la planificación*. 143.
- UAECOB B10 Marichuela, & Subdirección de Gestión del Riesgo. (2019). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por INCENDIOS FORESTALES*.
- UNGRD. (n.d.). *Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres*. Retrieved September 2, 2020, from
<http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=13>
- UNGRD. (2016a). *Entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo –SNGRD- trabajan*

coordinadamente controlando incendios forestales en el país.

<http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2016/Entidades-del-Sistema-Nacional-de-Gesti3n-del-Riesgo--SNGRD--trabajan-coordinadamente-controlando-incendios-forestales-en-e.aspx>

UNGRD. (2016b). *Guía Metodológica para el Desarrollo de Simulaciones y Simulacros.*

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2015). *Plan Nacional de Gestion del Riesgo de Desastre.* 63.0. <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD-2015-2025-Version-Preliminar.pdf>

UNISDR. (2009). *2009 UNISDR: Terminología sobre reducción del riesgo de desastres by Comunicación SNNA - issuu.*

https://issuu.com/comunicacionsnna/docs/2009_unisdr_terminolog_a_sobre_reducci_n_de_l_riesg

Vargas, J. E. (2002). *Pol íticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales medio ambiente y desarrollo 50.*

Vera, J. M., & Albarracín, A. (2016). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina.* <https://doi.org/10.18359/rcin.2309>

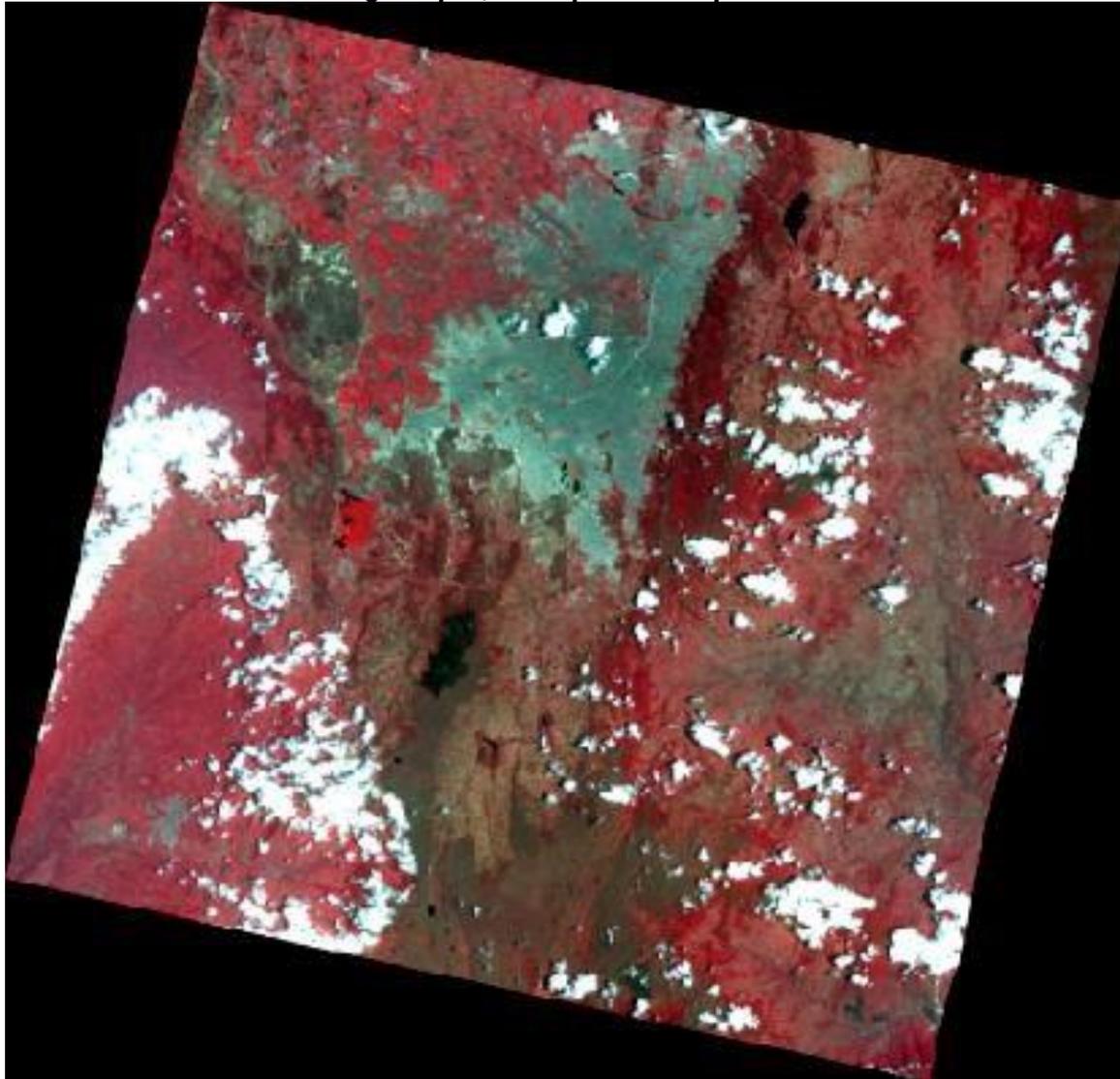
Villanueva Muñoz, J. L. (1983). *NTP 45: Plan de emergencia contra incendios.*

Xelhuantzi Carmona, J. X., Flores Garnica, J. G., & Chávez Durán, Á. A. (2011).

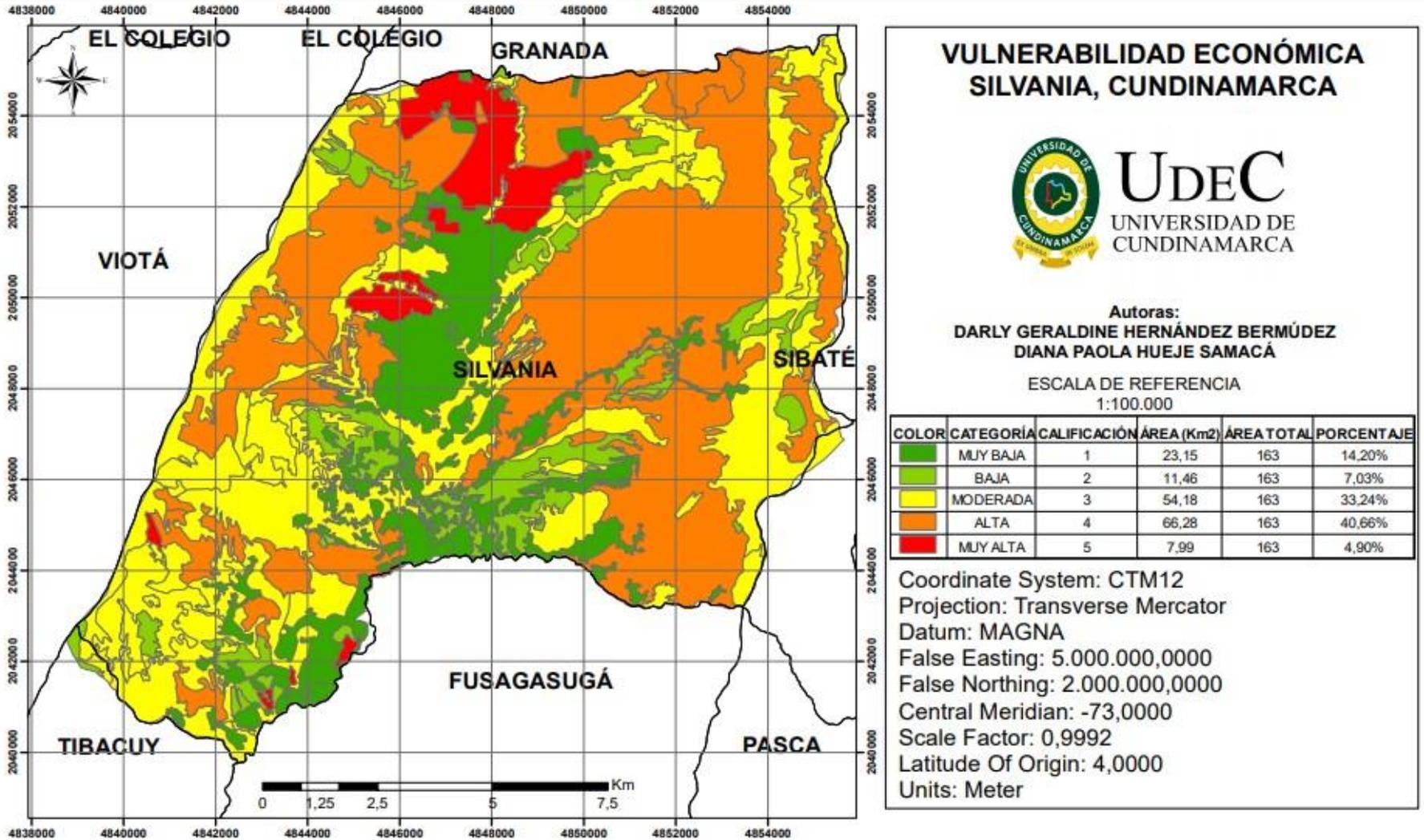
COMPARATIVE ANALYSIS OF FIRE LOADS IN FOREST ECOSYSTEMS DISTURBED BY FIRE.

9. ANEXOS

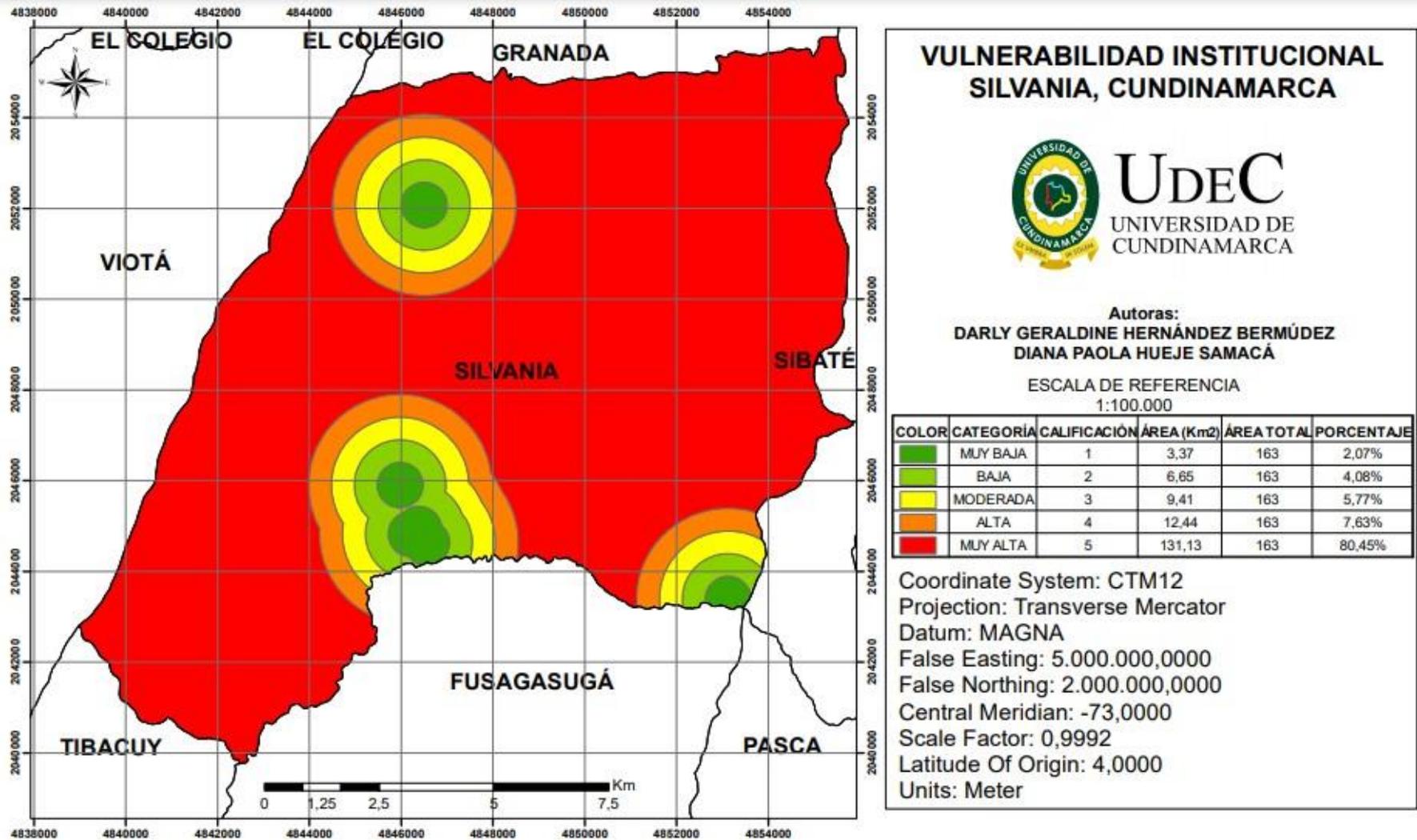
Anexo A. Imagen spot, base para el mapa de coberturas.



Anexo B. Vulnerabilidad Económica de Sylvania



Anexo C. Vulnerabilidad Institucional de Silvania



VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL SILVANIA, CUNDINAMARCA



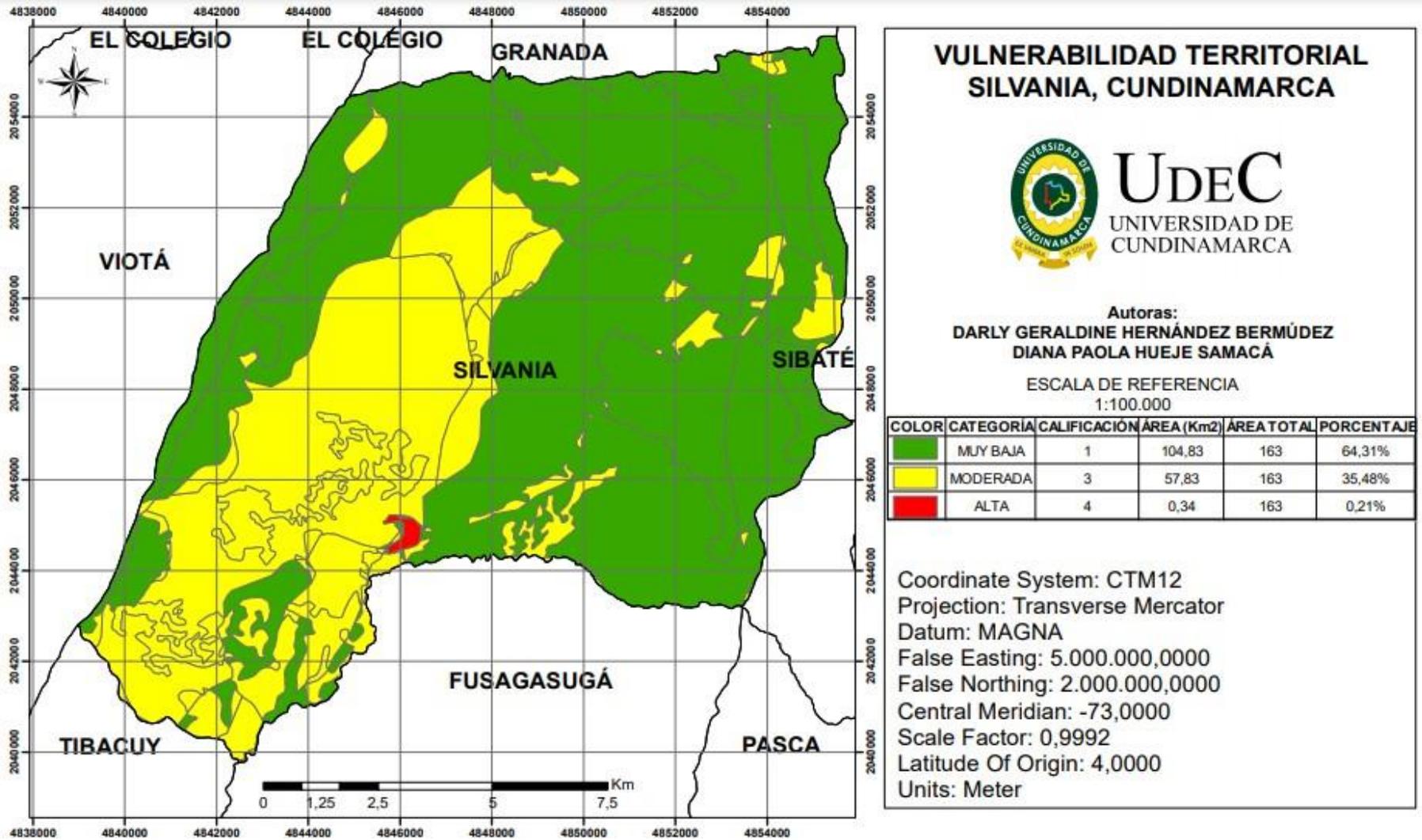
Autoras:
DARLY GERALDINE HERNÁNDEZ BERMÚDEZ
DIANA PAOLA HUEJE SAMACÁ

ESCALA DE REFERENCIA
 1:100.000

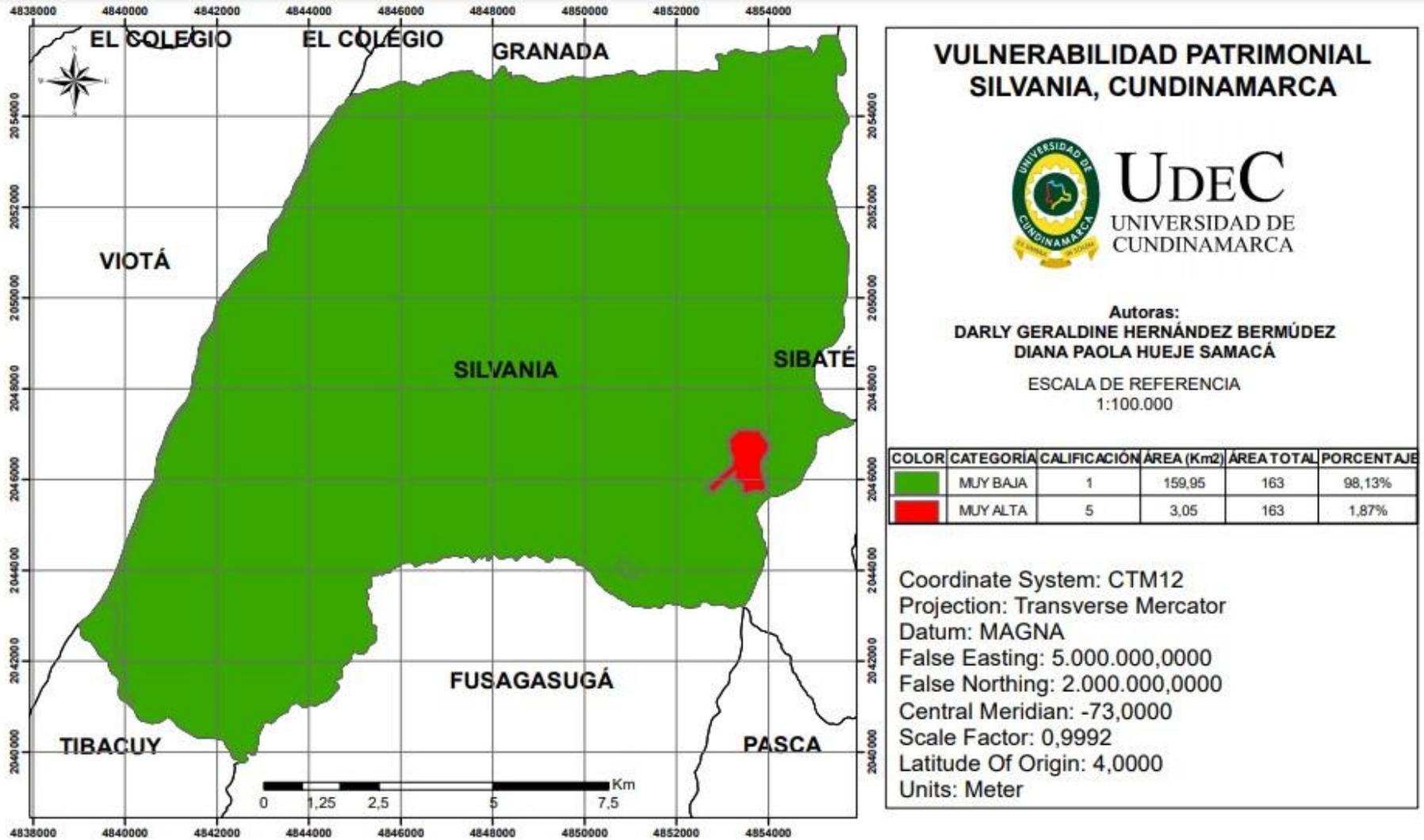
| COLOR | CATEGORÍA | CALIFICACIÓN | ÁREA (Km ²) | ÁREA TOTAL | PORCENTAJE |
|-------|-----------|--------------|-------------------------|------------|------------|
| ■ | MUY BAJA | 1 | 3,37 | 163 | 2,07% |
| ■ | BAJA | 2 | 6,65 | 163 | 4,08% |
| ■ | MODERADA | 3 | 9,41 | 163 | 5,77% |
| ■ | ALTA | 4 | 12,44 | 163 | 7,63% |
| ■ | MUY ALTA | 5 | 131,13 | 163 | 80,45% |

Coordinate System: CTM12
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: MAGNA
 False Easting: 5.000.000,0000
 False Northing: 2.000.000,0000
 Central Meridian: -73,0000
 Scale Factor: 0,9992
 Latitude Of Origin: 4,0000
 Units: Meter

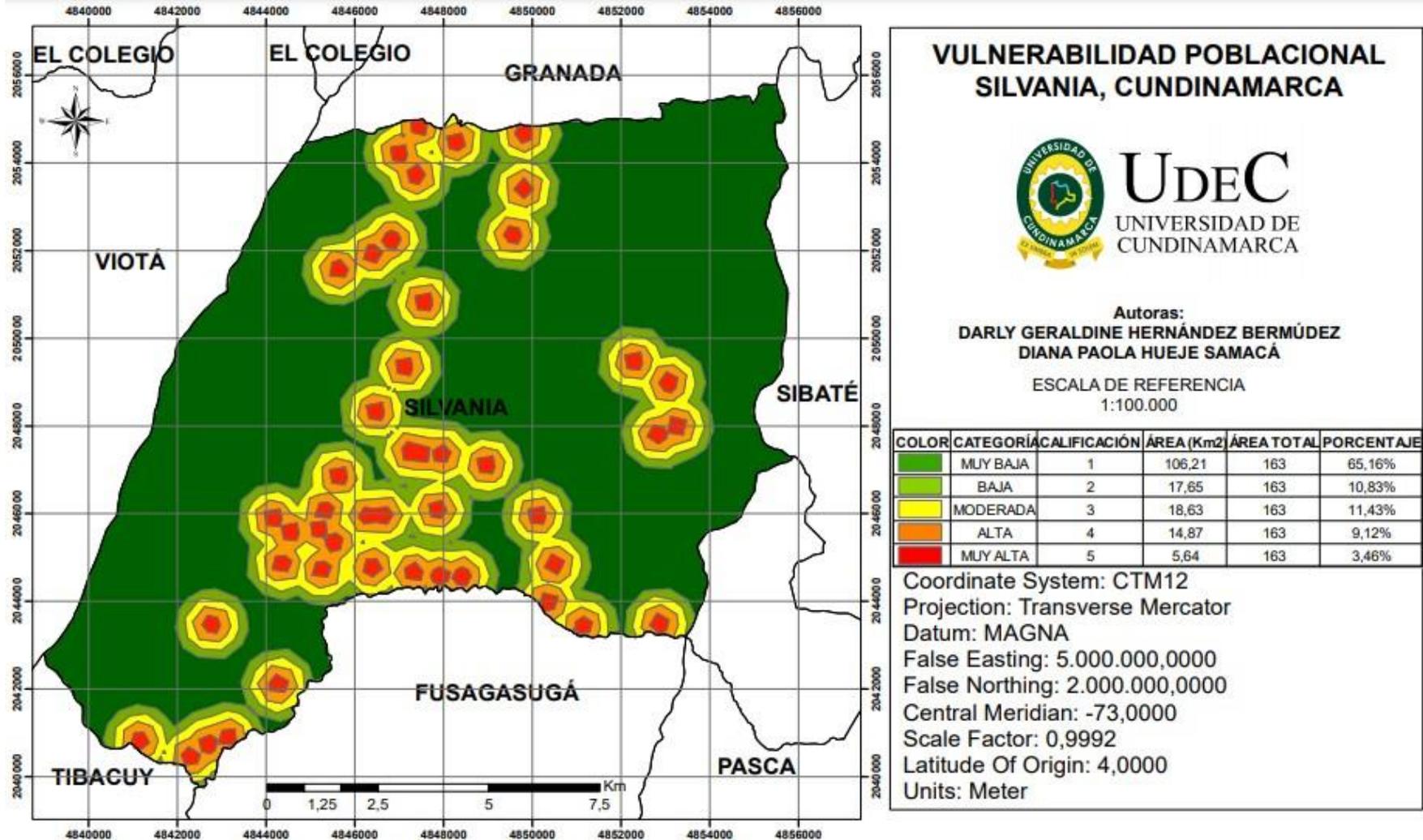
Anexo D. Vulnerabilidad Territorial de Silvania



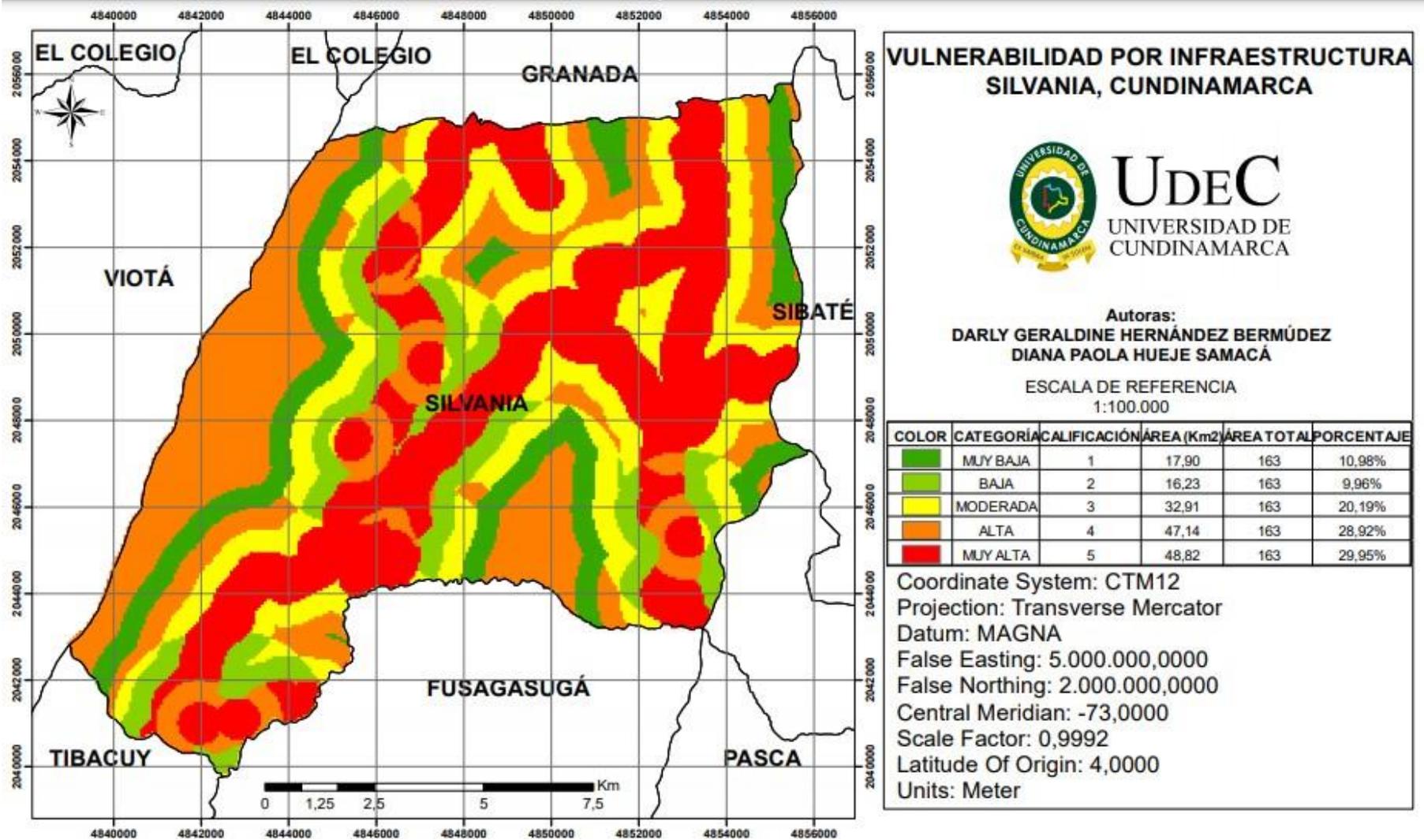
Anexo E. Vulnerabilidad Patrimonial de Silvania



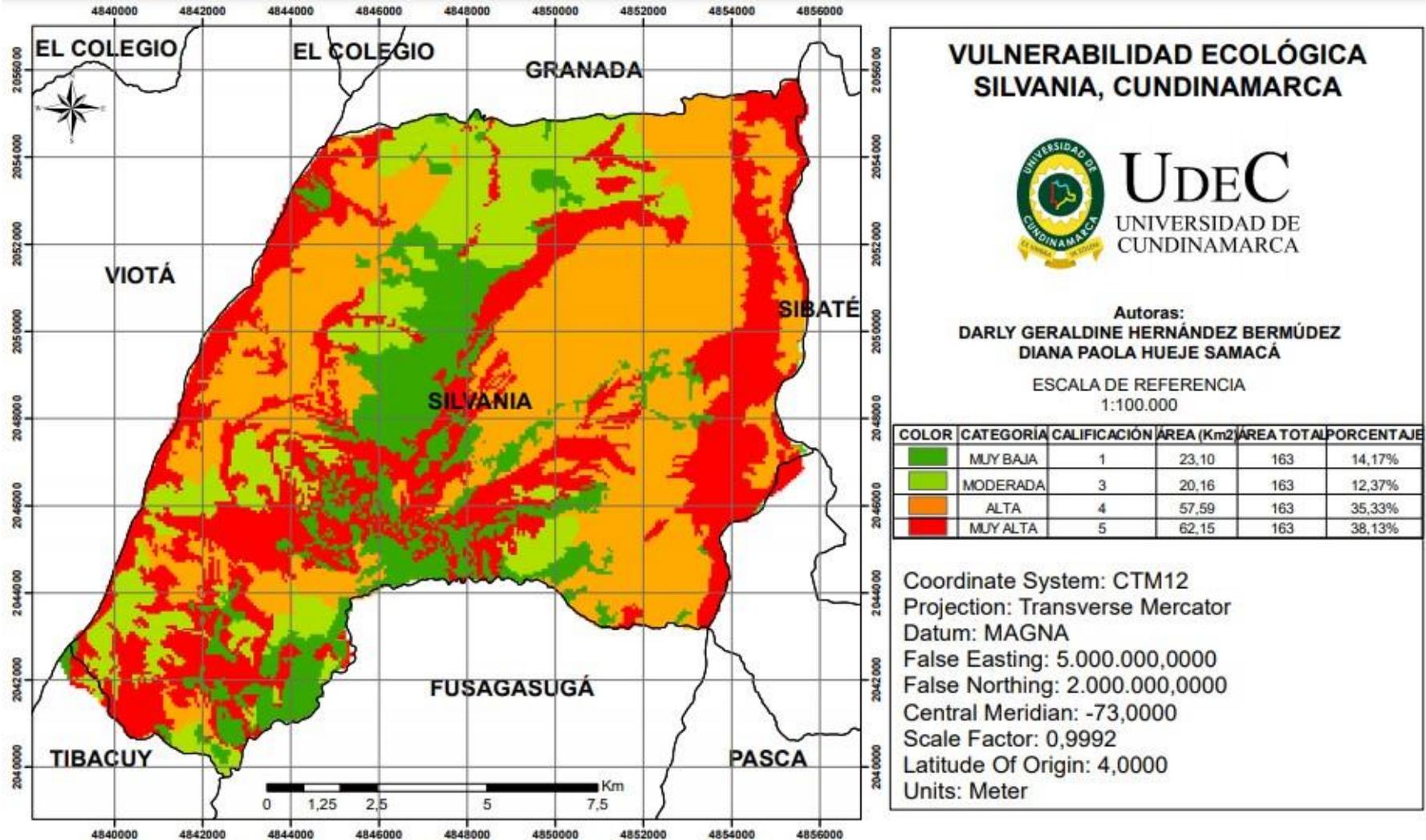
Anexo F. Vulnerabilidad Poblacional de Sylvania



Anexo G. Vulnerabilidad por Infraestructura de Silvania



Anexo H. Vulnerabilidad Ecológica de Silvania



Anexo I. Evidencia de remoción en masa en el centro urbano



Anexo J. Encuestas en el centro urbano.



Anexo K. Encuestados Loma Alta



Anexo L. Encuestas Panamá.



Anexo M. Encuestas Yayatá.

