



**“Aplicación del Social Tenure Domain Model (STDM) a nivel predial para el análisis de vulnerabilidad frente a deslizamientos”**

Bolaños Torres, Erick Daniel y Montalvo Guzman, David Patricio

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio

Ambiente

Ing. Salazar Martínez, Rodolfo Jaime Fernando, Ph. D.

12 de diciembre del 2023



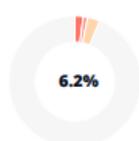
## Plagiarism and AI Content Detection Report

TESIS\_V1\_BOLANOS\_MONTALVO\_rsm\_...

### Scan details

Scan time: November 20th, 2023 at 21:28 UTC  
 Total Pages: 64  
 Total Words: 15777

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.1%	325
Minor Changes	1.1%	168
Paraphrased	3%	479
Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage		Words
AI text	0%	0
Human text	100%	15777

[Learn more](#)

### 🔍 Plagiarism Results: (31)

🌐 **ACUERDO MINISTERIAL Nro. Arquitecto Guido Esteb...** **1.6%**  
<https://docplayer.es/208579189-acuerdo-ministerial-nro-arq...>  
 Iniciar la sesión ...

🌐 **NORMA-TECNICA-NACIONAL-DE-CATASTROS.pdf** **1.5%**  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/20...>  
 Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda República del Ecuador ACUERDO  
 Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A SR. LCDO. DARIO VICENTE HERRERA...

🌐 **Acuerdo-Ministerial-MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A.pdf** **1.3%**  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/do...>  
 Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda República del Ecuador ACUERDO  
 Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A SR. LCDO. DARIO VICENTE HERRERA...

Ing. Salazar Martínez, Rodolfo Jaime Fernando, Ph. D.

C. C: 1705683082



**Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción**

**Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente**

### **Certificación**

Certifico que el trabajo de titulación: **“Aplicación del Social Tenure Domain Model (STDM) a nivel predial para el análisis de vulnerabilidad frente a deslizamientos”** fue realizado por los señores **Bolaños Torres Erick Daniel** y **Montalvo Guzman David Patricio**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 05 de diciembre del 2023

Ing. Salazar Martínez, Rodolfo Jaime Fernando, Ph. D.

C. C: 1705683082



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción  
Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Bolaños Torres Erick Daniel**, con cédula de ciudadanía n° 1722346234 y **Montalvo Guzman David Patricio**, con cédula de ciudadanía n° 1722881339, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Aplicación del Social Tenure Domain Model (STDM) a nivel predial para el análisis de vulnerabilidad frente a deslizamientos”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 05 de diciembre de 2023

**Bolaños Torres Erick Daniel**

C.C.: 1722346234

**Montalvo Guzman David Patricio**

C.C.: 1722881339



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

**Autorización de Publicación**

Nosotros **Bolaños Torres Erick Daniel**, con cédula de ciudadanía n° 1722346234 y **Montalvo Guzman David Patricio**, con cédula de ciudadanía n° 1722881339, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Aplicación del Social Tenure Domain Model (STDM) a nivel predial para el análisis de vulnerabilidad frente a deslizamientos”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 05 de diciembre del 2023

**Bolaños Torres Erick Daniel**

C.C.: 1722346234

**Montalvo Guzman David Patricio**

C.C.: 1722881339

### **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a las personas que me han acompañado durante el cumplimiento de este objetivo. A mi madre, abuelos, tíos y demás por todo el apoyo incondicional.

**Erick Bolaños**

Dedico este trabajo a todas las personas que estuvieron presentes incondicionalmente, a mis padres por el apoyo y sabiduría que me otorgaron para culminar este trabajo, a mis hermanas por su cariño y confianza en todo este proceso. A mis amigos por su apoyo y amistad.

**David Montalvo**

### **Agradecimiento**

Agradezco a familiares y amigos que han sido un apoyo tanto en aspectos personales como académicos.

Al PhD. Rodolfo Salazar por su acompañamiento durante todo este proceso en el cual nos ha transmitido conocimiento, experiencia, además de brindarnos su tiempo; también al MsC. Mario Cruz por sus consejos académicos para sacar adelante el presente trabajo.

**Erick Bolaños**

Agradezco a mis padres, a mis hermanas y novia, a mis compañeros y amigo que mostraron todo su apoyo en la elaboración de este proyecto, quienes me acompañaron y motivaron día a día para llevarlo a cabo.

Agradezco a mi tutor de tesis PhD. Rodolfo Salazar por su guía, conocimientos y enseñanzas que nos permitieron culminar con todo este enriquecedor proceso. Al MsC. Mario Cruz por su ayuda y consejos durante la realización del proyecto.

**David Montalvo**

## Índice de contenidos

<b>Certificación del Trabajo</b> .....	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría</b> .....	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación</b> .....	<b>5</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>6</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>7</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>8</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>10</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>11</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>14</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>15</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>16</b>
Generalidades .....	16
Antecedentes .....	16
Planteamiento del Problema .....	18
Justificación e importancia .....	18
Área de Influencia .....	21
Objetivos .....	22
Objetivo General .....	22
Objetivos específicos .....	22
Metas .....	23
<b>Capítulo II</b> .....	<b>24</b>
Marco Teórico .....	24
Base Teórica.....	24
Base Conceptual.....	25
Base Legal.....	28
Hipótesis .....	31
<b>Capítulo III</b> .....	<b>32</b>

Metodología.....	32
Determinación del área de estudio.....	35
Tratamiento de la información catastral .....	40
Información catastral del cantón Chunchi.....	42
Creación ficha de vulnerabilidad físico estructural y toma de datos.....	45
Cálculo del índice de vulnerabilidad físico estructural .....	50
Obtención del índice de peligro de deslizamientos.....	51
Modelo LADM - norma ISO 19152:2012 .....	52
Relación de la información catastral con la norma ISO 19152:2012.....	55
Paquete de Partes o interesados (Party) .....	57
Paquete de Unidad Espacial (Spatial Unit).....	57
Paquete Administrativo (Administrative).....	58
Integración de la información en el STDM.....	61
Configuración del STDM .....	63
Determinación de las recomendaciones por la vulnerabilidad físico estructural y de peligro de deslizamientos existente.....	70
Diseño de la ficha catastral .....	72
Generación de Geodatabase .....	73
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>77</b>
Resultados .....	77
Fichas de levantamiento de información de las construcciones .....	77
Conformación de la tabla de entidades y atributos.....	78
Índice de vulnerabilidad físico estructural y plano predial de vulnerabilidad físico estructural.....	79
Índice de peligro de deslizamientos y plano predial de peligro de deslizamientos .....	80
Relaciones de tenencia social.....	82
Recomendaciones y restricciones por vulnerabilidad físico estructural y peligro de deslizamientos .....	87
Fichas catastrales .....	87
Geodatabase con la información catastral de Chunchi.....	88
<b>Capítulo V .....</b>	<b>90</b>
Conclusiones.....	90
Recomendaciones.....	91
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>92</b>
<b>Apéndices.....</b>	<b>99</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Estructura de la clave catastral</i> .....	41
<b>Tabla 2</b> <i>Componentes del catastro municipal</i> .....	41
<b>Tabla 3</b> <i>Ejemplos de estructura de la clave catastral en el cantón Chunchi</i> .....	43
<b>Tabla 4</b> <i>Datos catastrales del cantón Chunchi a utilizar en el modelo STD</i> .....	44
<b>Tabla 5</b> <i>Variables e indicadores Físico Estructurales de las construcciones</i> .....	46
<b>Tabla 6</b> <i>Ficha para el levantamiento de información</i> .....	48
<b>Tabla 7</b> <i>Variables e indicadores Físico Estructurales de las construcciones en la tabla de atributos</i> .....	51
<b>Tabla 8</b> <i>Paquetes y clases del modelo relacionados con los respectivos atributos de la tabla de la cobertura shapefile</i> .....	60
<b>Tabla 9</b> <i>Clases creadas con sus respectivas descripciones incorporadas al modelo</i> .....	62
<b>Tabla 10</b> <i>Recomendaciones para áreas sin ocupación</i> .....	72

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Mapa del área de influencia del proyecto</i> .....	21
<b>Figura 2</b> <i>Individuos y unidades espaciales mediante la relación de tenencia de la tierra</i> ....	27
<b>Figura 3</b> <i>Diagrama de flujo</i> .....	34
<b>Figura 4</b> <i>Modelo de Regresión Logística para peligro de deslizamientos.</i> ....	35
<b>Figura 5</b> <i>Zonas de peligro en la cabecera cantonal Chunchi.</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Clasificación de usos de suelo de cabecera cantonal Chunchi.</i> .....	37
<b>Figura 7</b> <i>Mapa de suelo rural de expansión urbana de Chunchi.</i> .....	37
<b>Figura 8</b> <i>Propuesta de usos y ocupación del suelo en el límite urbano en el cantón Chunchi.</i> .....	38
<b>Figura 9</b> <i>Mapa de usos de suelo de Chunchi.</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Zonas obtenidas para la caracterización de la vulnerabilidad física.</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Clasificador Geográfico Estadístico para el cantón Chunchi.</i> .....	43
<b>Figura 12</b> <i>Obtención del catastro urbano en formato shapefile.</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Predios urbanos y rurales.</i> .....	45
<b>Figura 14</b> <i>Levantamiento de información in situ en el área de estudio.</i> .....	48
<b>Figura 15</b> <i>Tablas referenciales de estructura y tipo de pared de las construcciones</i> .....	49
<b>Figura 16</b> <i>Modelo tridimensional del área de estudio.</i> .....	50
<b>Figura 17</b> <i>Capa vectorial del índice de peligro de deslizamientos.</i> .....	52
<b>Figura 18</b> <i>Modelo conceptual STDM adaptado para la inclusión de la información de vulnerabilidad a deslizamientos en la parroquia de Chunchi, cantón Chunchi.</i> .....	53
<b>Figura 19</b> <i>Flujograma integración de la vulnerabilidad en los modelos de administración de tenencia del territorio.</i> .....	55

<b>Figura 20</b> <i>El modelo LADM, sus paquetes y subpaquetes con sus respectivas entidades o clases. ....</i>	56
<b>Figura 21</b> <i>Ingreso al plugin STDM en el sistema de información geográfica QGIS. ....</i>	63
<b>Figura 22</b> <i>Configuración de un perfil y la creación de sus respectivas entidades. ....</i>	64
<b>Figura 23</b> <i>Creación de las columnas o elementos de la clase Predio. ....</i>	65
<b>Figura 24</b> <i>Representación del perfil creado con sus entidades y elementos. ....</i>	66
<b>Figura 25</b> <i>Importar los datos tipo texto y espacial al STDM. ....</i>	67
<b>Figura 26</b> <i>Elección de tablas fuente y destino con el mismo orden. ....</i>	68
<b>Figura 27</b> <i>Definición de las relaciones de tenencia social. ....</i>	70
<b>Figura 28</b> <i>Tabla creada con las recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad física de construcciones frente a deslizamientos. ....</i>	71
<b>Figura 29</b> <i>Diseño de la plantilla para la ficha catastral del modelo. ....</i>	73
<b>Figura 30</b> <i>Creación de una Geodatabase desde ArcCatalog. ....</i>	74
<b>Figura 31</b> <i>Herramienta PostGIS Shapefile Import/Export Manager de pgAdmin. ....</i>	75
<b>Figura 32</b> <i>Adición de las tablas creadas por el complemento STDM. ....</i>	75
<b>Figura 33</b> <i>Ficha llena con información de las construcciones. ....</i>	77
<b>Figura 34</b> <i>Tablas de atributos de los predios rurales y urbanos. ....</i>	78
<b>Figura 35</b> <i>Plano de vulnerabilidad físico estructural. ....</i>	79
<b>Figura 36</b> <i>Plano de peligro de deslizamientos. ....</i>	81
<b>Figura 37</b> <i>Vista de las relaciones de tenencia social. ....</i>	82
<b>Figura 38</b> <i>Información de la unidad espacial (Predio). ....</i>	83
<b>Figura 39</b> <i>Información de la Persona. ....</i>	84
<b>Figura 40</b> <i>Información de vulnerabilidad físico estructural. ....</i>	84

<b>Figura 41</b> <i>Información de Peligro</i> .....	85
<b>Figura 42</b> <i>Documento de soporte para los predios</i> .....	86
<b>Figura 43</b> <i>Visualización del documento de soporte</i> .....	86
<b>Figura 44</b> <i>Ficha catastral con la información predial</i> .....	88
<b>Figura 45</b> <i>Geodatabase con la información catastral de Chunchi</i> .....	89

## Resumen

Los modelos de administración del territorio se han presentado como una nueva herramienta para apoyar a la planificación territorial permitiendo la inclusión de información adicional a la usual de tenencia y valoración de la tierra dentro del catastro. Este estudio tuvo como objetivo aplicar el Modelo de Dominio de Administración del Territorio (LADM) para la integración de información de vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos dentro del catastro de la parroquia Chunchi. Para esto se recopiló la información catastral urbana y rural del cantón, además de las características físico estructurales de las construcciones para la obtención del índice de vulnerabilidad físico estructural a nivel predial. Tomando en cuenta que el Land Administration Domain Model es parte de la norma ISO 19152 permite una estandarización de la información, así se realizaron relaciones entre predio, persona, vulnerabilidad y peligro usando el complemento Social Tenure Domain Model (STDM) del software QGIS, identificando derechos, restricciones, recomendaciones para el tratamiento de la vulnerabilidad físico estructural y responsabilidades atribuidas a cada predio. Con la compilación de la información fue posible representarla en fichas catastrales para los predios incluidos dentro de la zona de estudio y que brindan información de tipo espacial, de tenencia y de vulnerabilidad. El uso de estas nuevas herramientas puede favorecer la administración del territorio, al igual que integrar información que ayude en los procesos de gestión de riesgos.

*Palabras clave:* Land Administration Domain Model, Social Tenure Domain Model, Catastro, Vulnerabilidad físico estructural

### **Abstract**

Land administration models have been presented as a new tool that could be used in land planning by including additional information to the tenant and land appraisal in order to complement the cadaster. This study had the objective of applying the Land Administration Domain Model (LADM) to add information to the cadaster of the parish of Chunchi about physical structural vulnerability against landslides. To do this urban and rural cadastral information and the physical structural characteristics of the buildings were collected to obtain the physical structural vulnerability index to a property level. Considering that the Land Administration Domain Model – ISO 19152 is an international standard it was possible to create relationships between land, party, vulnerability and danger using the QGIS plugin called Social Tenure Domain Model (STDM) to identify rights, restrictions and recommendations to the physical structural vulnerability treatment and responsibilities to each property. Compiling the information it was possible to represent all the items collected visually with the creation of cadastral records for the study area properties, this records showed spatial, tenant and vulnerability information for each property. The use of this kind of tools could help to the land administration and also include information to improve the risk management process.

*Keywords:* Land Administration Domain Model, Social Tenure Domain Model, Cadaster,  
Physical structural vulnerability

## Capítulo I

### Generalidades

#### Antecedentes

Los desastres han afectado a la humanidad desde sus orígenes, pudiendo ser causados por fenómenos naturales o por fenómenos antrópicos, generando daños dependiendo de su intensidad, proximidad de los asentamientos humanos al lugar del fenómeno, a la trayectoria que éste sigue, y el grado de prevención y preparación que tiene la zona de posible afectación. Contra esto, las personas no pueden ejercer un control total para evitar el daño, no se puede ejercer control sobre la ubicación, tiempo, espacio e intensidad de los fenómenos; pero si se pueden adoptar medidas de preparación y prevención que ayuden a minimizar el daño y tener una buena capacidad de resiliencia (Jovel, 1989). Dentro de estas medidas se puede contar con herramientas de planificación como bases de datos que cuenten con información mixta que integre tanto la información de tipo catastral, en la que se cuenta con datos generales de los predios; e información referente a la gestión de riesgo que pueda ser motivo de análisis para ámbitos de construcción, expansión urbana, venta de inmuebles, entre otros.

Para la provincia de Chimborazo existen varios registros de eventos negativos de origen natural y antrópico (humanos) y desastres, en cantones como Chunchi, Alausí, entre otros, especialmente durante la época lluviosa. En el cantón Chunchi es muy usual que se presenten deslizamientos con afectación a infraestructura básica (FLACSO Andes, 2014). En los últimos años se ha podido constatar que este problema persiste, como quedó evidenciado por el macro deslizamiento de febrero de 2021 en la ciudad de Chunchi mismo que represó al río Picay, generando posteriormente un flujo de lodo producto de la rotura del dique natural, causando daños en el trayecto comprendido entre la zona del deslizamiento y el río Chanchán (SNGRE, 2021).

Para reducir los daños causados por estos eventos existen antecedentes de varios estudios que demuestran que modelos de peligro pueden ser combinados con datos

espaciales para identificar infraestructura física expuesta a este tipo de fenómenos, aunque con ciertas limitaciones debido a falta de información, especialmente en zonas rurales y urbano marginales, lo que lleva a elaborar planes de contingencia sobre la base de estimaciones de tasas de crecimiento y pérdidas económicas a nivel local y nacional (Pérez, Gil, & Olcina, 2016). En concordancia con esto, (Augustinus, 2010) hace énfasis en que en los países en vías de desarrollo la cobertura catastral no llega ni al 30% del país, por lo que el porcentaje restante se encuentra fuera de los sistemas de administración de tierras, y en consecuencia están en desventaja en cuanto a seguridad de tenencia, prestación de servicios y enfoques de gestión se refiere. Por esta razón, en la actualidad se opta por usar modelos estandarizado como el LADM (Land Administration Domain Model) o Modelo del Dominio de la Administración de Tierras, que incluye la determinación de derechos, responsabilidades y restricciones, proporcionando una base metodológica para una eficiente administración del territorio y una correcta comunicación entre las partes interesadas en el ordenamiento y planificación del territorio. Dentro del concepto de LADM se desarrolló el STDM (Social Tenure Domain Model) o Modelo del Dominio de la Tenencia Social, dirigido a países en desarrollo que no poseen una eficaz cobertura catastral, con el beneficio de incluir diferentes formas de tenencia del territorio, tanto legal como ilegal, enfocándose más hacia la tenencia social y el uso del territorio (Téllez & Ayala, 2019).

El modelamiento de las relaciones entre las personas y la tierra para su gestión puede ser compleja pero algunas experiencias dan cabida a que se pueden ir implementando herramientas ya sea de manera informática o en papel que permitan asegurar los derechos formales sobre la tierra, su tenencia y su planificación. Entonces se discute sobre la implementación de sistemas flexibles basados en modelos de tenencia social estandarizados. Para eso se desarrolla la aplicación del STDM que se puede utilizar como base para el modelado de datos y procesos en un software a ser usado sobre áreas de asentamientos humanos y la obtención de documentos basados en este sistema. Que el sistema sea flexible quiere decir que se puede extender y adaptar a las necesidades y

circunstancias locales y que puede soportar enfoques catastrales y no catastrales, incluyendo la gestión de la tierra, mejora de barrios, gestión de conflictos y asignación de tierras (Augustinus, Lemmen, & Van Oosterom, 2006).

### **Planteamiento del Problema**

Los modelos de administración del territorio se han convertido en una herramienta importante para la planificación del desarrollo, permitiendo una correcta gestión del territorio y una mayor inclusión de características asociadas a los bienes inmuebles. Además de su información básica de tenencia y de valoración, se puede contar con información referente a la vulnerabilidad que pueden tener frente a la ocurrencia de fenómenos naturales y antrópicos.

De forma general la información catastral ha sido orientada con fines impositivos que van desde el carácter económico hasta de uso. La generación de cartografía catastral ha estado limitada a la información básica del propietario, predio y valoración, sin considerar nuevas variables que puedan tener un uso práctico en temas como el análisis de vulnerabilidad a un nivel más detallado y que permita la toma de decisiones específicas para los problemas frente a fenómenos naturales o eventos antrópicos, que por lo general derivan en pérdidas económicas, humanas, de infraestructura y de provisión de servicios básicos. Por tal motivo el presente trabajo propone la utilización del modelo STDM con base a la Norma ISO 19152 LADM para incluir nueva información al catastro obtenida de análisis de vulnerabilidad y de peligro de deslizamientos en la cabecera cantonal de Chunchi.

### **Justificación e importancia**

La gestión de riesgos forma parte de una estructura fundamental para poder garantizar el desarrollo pleno de un país, y reducir la vulnerabilidad de la población frente a las distintas amenazas y desastres que se presentan en el territorio. De ese modo, los riesgos ocurren como resultado de la manera en que los seres humanos ocupan el “espacio”, en otras palabras, la manera en cómo se distribuyen y evolucionan las actividades de una sociedad con sus respectivos intereses (Rebotier, 2016).

Por ello la importancia de implementar la gestión de riesgos como una política pública, que sirva como herramienta para la planificación territorial tanto a nivel nacional, como local; permitiendo minimizar los posibles daños y pérdidas que se pueden dar por la ocurrencia de amenazas naturales o antrópicas y, en caso de que se produzcan, poder mitigarlas y si es posible evitarlas (Ramírez, y otros, 2018).

La ONU dentro de La Agenda 2030 resalta la importancia de la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades con el Objetivo 11, planteado en el año 2015 con los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este objetivo busca que las ciudades sean seguras, resilientes, inclusivas y sostenibles. Con la finalidad de mejorar la capacidad de planificación y la gestión integral de los riesgos de desastre de las ciudades para así reducir las muertes y las pérdidas económicas. Todo esto en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Naciones Unidas, 2018).

Bajo estas responsabilidades, en el ámbito sectorial y territorial, se han creado guías, lineamientos e instrumentos, por parte de instituciones públicas afines a estos temas como el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) junto con la Secretaria Técnica de Planificación, para incluir la gestión de riesgos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), como es el caso de los Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDOT, las Guías para la Formulación/Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y la Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los PDOT.

Todos estos instrumentos de planificación y desarrollo del territorio incorporan criterios relacionados con la gestión del riesgo de desastres, con políticas y estrategias para su reducción y prevención. Estos planes de ordenamiento facultan una adecuada gestión y uso del suelo, siendo un elemento clave en la reducción del riesgo (Menoscal & Córdova, 2022).

En ese sentido, el Ecuador presenta ciudades con escaso control y planificación, intensificando los problemas en áreas naturales protegidas y zonas productivas debido al

conflicto del uso de la tierra, lo que provoca un aumento en la vulnerabilidad de la sociedad y una afectación hacia la naturaleza (Salazar & Paleo, 2014).

En el Ecuador, eventos como los deslizamientos ocurren cada año, especialmente en época de lluvia; provocando pérdidas humanas, materiales y económicas. Tal y como lo menciona Samaniego, E. (2008) en su estudio sobre los deslizamientos ocurridos la comunidad Pueblo Viejo del cantón Alausí, enfatizando la importancia en la generación y manejo integral de la información de riesgos para afrontar de manera eficiente este tipo de eventos (Samaniego, 2008).

Para el cantón Chunchi se tiene un registro histórico de los principales eventos adversos en su PDOT. Se mencionan 16 reportes de deslizamientos entre el año 2012 y 2017 que afectaron diferentes actividades económicas del cantón, así como infraestructura tanto de servicios básicos, de actividades productivas y de vivienda. Estos eventos se los atribuye a diferentes factores como la presencia de fallas geológicas que acompañados de condiciones climáticas y otros fenómenos como movimientos sísmicos, hacen que los deslizamientos sean frecuentes y de gran intensidad. También se toma en cuenta a la mala ocupación del suelo y a la explotación de material pétreo sin criterios técnicos (GADM Chunchi, 2019).

El deslizamiento de febrero de 2021 pone en evidencia que la tendencia de ocurrencia de deslizamientos no ha cambiado por lo que surge la necesidad de reestructurar los sistemas de administración del territorio entre ellos el catastro, ya que se evidenció que para el caso del catastro urbano se podría considerar incompleto al no contar con recursos que permitan la compilación de la información básica catastral, además del limitado acceso y consulta a la información por ejemplo mediante fichas catastrales. En cuanto al catastro rural contiene mayor información, como parte del levantamiento realizado por SIGTIERRAS, pero el acceso y consulta siguen siendo limitados. Tomando en cuenta lo mencionado se podrían incluir nuevas variables obtenidas de análisis de vulnerabilidad y peligro que complementen esta información, y que permitan dar recomendaciones en las

zonas que ya se encuentran pobladas y restricciones en aquellas zonas que se encuentren en zonas de peligro para que no se continúe con procesos de expansión.

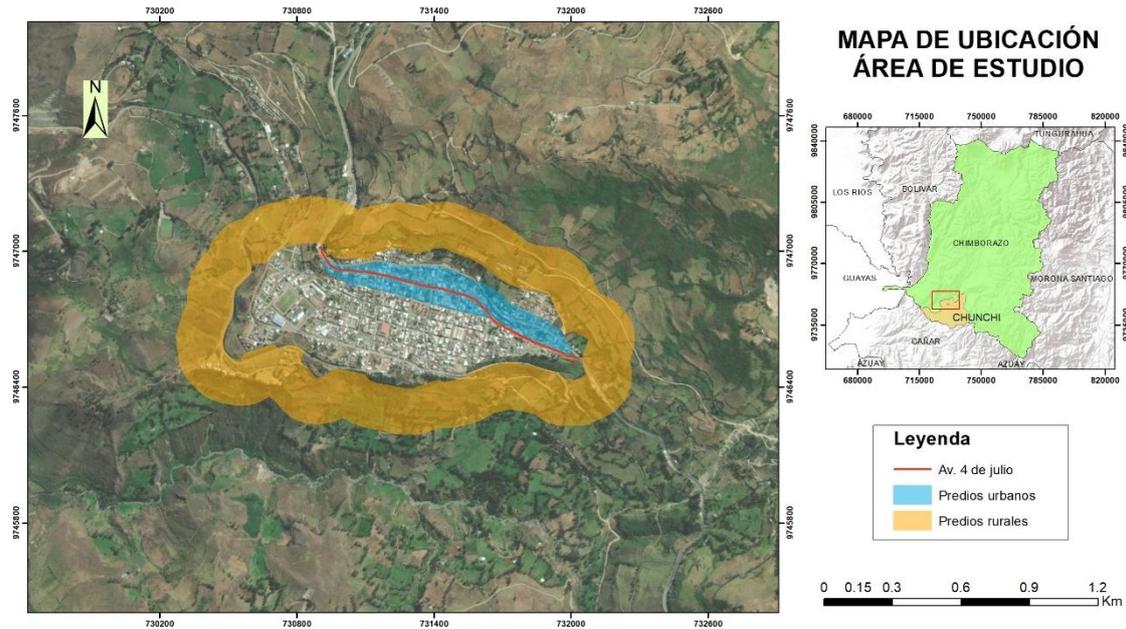
Se considera el área de influencia establecida en la parroquia Chunchi, cantón Chunchi para la realización y ejecución del modelo piloto, debido a los antecedentes mencionados de deslizamientos y sitios vulnerables. Por ello la importancia del presente proyecto, el mismo que dará un primer acercamiento a la estandarización de la información catastral y de riesgos de manera integral. Resaltando el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), los mismos que permitirán el manejo y modelamiento de la información en el proceso de gestión de riesgos, evidenciando la situación del territorio.

### **Área de Influencia**

El área de influencia del estudio comprende la parroquia Chunchi, cantón Chunchi, en la provincia de Chimborazo, determinado a partir de la información de las zonas de peligro de deslizamientos realizado por (Cabascango & Iguago, 2022), tomando en consideración las zonas de mayor probabilidad de ocurrencia en la zona urbana y rural cerca de la cabecera cantonal de Chunchi, específicamente predios del área urbana en las manzanas ubicadas a ambos sentidos de la Avenida 4 de Julio y los predios del área rural que se encuentran a una distancia de 200 metros alrededor de la cabecera cantonal y que se consideran como zonas de posible expansión urbana, y están delimitadas por los polígonos que se muestran en la Figura 1.

### **Figura 1**

*Mapa del área de influencia del proyecto*



*Nota.* Se presenta el área de influencia del proyecto con cartografía básica del IGM

## Objetivos

### Objetivo General

Aplicar el Modelo de Dominio de Administración del Territorio (LADM) utilizando el Social Tenure Domain Model (STDM) a nivel predial para el análisis de vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos en la parroquia Chunchi, cantón Chunchi.

### Objetivos específicos

- Determinar las entidades y los atributos que se deben incorporar en el modelo para estructurar la información catastral y de deslizamientos a partir del modelo STDM (Social Tenure Domain Model).
- Recopilar información de las construcciones dentro de los predios definidos en el área de estudio y que se encuentran en zonas de afectación por deslizamientos, para complementar la información catastral.
- Analizar la vulnerabilidad físico estructural de los bienes inmuebles a nivel predial de los asentamientos humanos que se encuentran dentro de las áreas expuestas a deslizamientos.

- Definir la metodología para que sea aplicada en el área de estudio mediante el uso del complemento STDM (Social Tenure Domain Model) para el software QGIS.
- Elaborar una base de datos de administración territorial que permita la asociación de los derechos, restricciones y responsabilidades de la población y los predios.
- Elaborar fichas catastrales que contengan la información básica catastral de tenencia junto con información sobre vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos para representar la información a nivel predial.

### **Metas**

1. Tablas de entidades y atributos de información catastral de las zonas de la parroquia Chunchi en las que se aplicará el modelo STDM.
2. Fichas de levantamiento de información de las construcciones de cada predio en las zonas de afectación por deslizamientos delimitadas por el área de estudio.
3. Una metodología para la determinación de vulnerabilidad físico estructural por deslizamientos a nivel predial.
4. Una Geodatabase que contenga información a nivel predial de tipo catastral y de vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos.
5. Fichas catastrales de los predios que se encuentren en zonas de peligro por deslizamientos que contengan su información básica, espacial, vulnerabilidad físico estructural y la recomendación para su tratamiento.
6. Un plano del área de estudio en el que se visualicen los predios vulnerables frente a deslizamientos.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Base Teórica

La administración territorial tiene por objetivo gestionar todos los recursos y las actividades que se desarrollan en el territorio, así como mejorar las relaciones socioeconómicas y ambientales las cuales toman como punto de partida los principios del desarrollo sostenible y una organización física del espacio. Todo esto permite un acercamiento hacia el desarrollo local, nacional y regional, y de igual manera, hacia la planificación de la tenencia de la tierra (Fariños, 2007). Por esta razón, la importancia de los sistemas de administración de la tierra (SAT), debido a que proporcionan un nuevo enfoque en la gestión del territorio y en la información sobre propiedad-propietario, adjudicando derechos sobre la tierra, restricciones y responsabilidades (Dawidowicz & Żróbek, 2017); (Paasch, Van Oosterom, Lemmen, & Paulsson, 2015).

En ese sentido, el Modelo de Dominio de Administración de Tierras (LADM por sus siglas en inglés) o LADM ISO 19152 debe ser considerado como una herramienta para estructurar y perfeccionar los sistemas de administración de tierras (Oukes, Van Andel, Folmer, Bennett, & Lemmen, 2021). También cuando se requiera de una descripción o información más detallada sobre la tenencia de la tierra (Paasch, Van Oosterom, Lemmen, & Paulsson, 2015).

La gestión de riesgos se la define como un proceso que tiene por objetivo proteger contra las consecuencias adversas de amenazas y desastres; orientada a la reducción de la severidad de las pérdidas y de las vulnerabilidades (Hernández & Dopico, 2017). La gestión de riesgos requiere de la implicación y colaboración de toda la sociedad, prestando especial atención a las personas más propensas a ser afectadas por los desastres. Su implementación no solo se basa en una política pública, por el contrario necesita de estrategias de participación concretas y niveles de gobernanza efectivos que ayuden al cumplimiento de la normativa existente (Ramírez, y otros, 2018).

Los deslizamientos son uno de los eventos que producen mayor afectación al ser humano y a sus bienes materiales. Se los define como el desplazamiento de una masa de tierra, roca y lodo, en el sentido de la pendiente o ladera. Estos se pueden generar por distintos factores tales como la gravedad, agua superficial o subterránea, pendiente, tipo de suelos y actividades humanas (Samaniego, 2008).

Dentro del estudio de la gestión de riesgos de desastres, la vulnerabilidad se la define como el grado de debilidad o exposición frente a un peligro natural o antrópico, y se la puede expresar como una probabilidad (0-100). Esta debilidad o facilidad a sufrir daños se puede presentar en una infraestructura, vivienda, grupo social o incluso actividad. Para el análisis de la vulnerabilidad se deben identificar y caracterizar los elementos expuestos a los efectos de un peligro, delimitando a su vez un área geográfica dentro del territorio. Si el análisis se lo realiza en un centro poblado urbano o rural se debe considerar el estado individual y colectivo de sus elementos o aspectos físicos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales, entre otros; los cuales tienden a cambiar a través del tiempo (INDECI, 2006).

## **Base Conceptual**

### **Vulnerabilidad Físico Estructural**

La vulnerabilidad físico estructural está asociada con el material, su calidad y el tipo de estructura que tienen las viviendas, establecimientos o infraestructuras, y a su vez con sus deficiencias para asimilar el impacto de los diferentes peligros presentes en el territorio. La calidad o el tipo de material en una construcción (ladrillo, cemento, madera, hierro, bloques de concreto, hormigón, entre otros) debe ser previamente garantizado en el diseño del proyecto, en los estudios realizados y la ejecución del mismo. Por otro lado, al momento de considerar deslizamientos, se relaciona la vulnerabilidad física en la localización de los asentamientos humanos en dichas zonas expuestas, tomando en cuenta en este caso el tipo de suelo y el lugar del asentamiento cerca de laderas, riberas de río, quebradas y fallas

geológicas; siendo condicionantes que incrementan significativamente su vulnerabilidad (INDECI, 2006).

### **Sistema catastral**

Conforman una base y componente integral de la información territorial de los predios mediante un registro, principalmente de los intereses de la tierra, que ayudan a los sistemas de gobierno a diferentes niveles a una correcta administración y gestión de la tierra. Por esto el catastro puede ser establecido para ayudar en el manejo de la tierra y su uso (planificación y otros fines administrativos), permitir un desarrollo sostenible y proteger el medio ambiente (Mika, 2018). Los derechos que actúan como vínculo entre sujetos (personas) y objetos (predios) se presentan en un sentido amplio ya que no se engloban solo al tradicional derecho de propiedad inmueble, va más allá con las restricciones a su dominio y que pueden estar definidos por prohibiciones debido a crecimiento urbanístico, presencia de ambientes protegidos, propensión a riesgos naturales y antrópicos, administrativas, y aquellos relacionados con su uso.

### **Tenencia de la tierra**

Se trata de un sistema que puede estar conectado a las políticas formales o informales, instituciones administrativas y religiosas de cualquier sociedad; siendo estas instituciones las que definen la manera en la que los individuos o grupos de personas adquieren o acceden a la tierra, determinan la duración de los derechos y las condiciones ligadas a los mismos. Regula la relación existente entre las personas y la tierra. Esta tenencia se puede dar de manera legal, tradicional, religiosa e informal (Uwayezu & De Vries, 2019). También implica el derecho a poseer tierras, no solo tenerlas; ya que una persona puede tener derechos legales sobre la tierra pero no necesariamente esto implica su posesión (Bruce, 2000).

### **Derechos, restricciones y responsabilidades de la tenencia de la tierra**

Estos conceptos están ligados a la posesión de la tierra aunque según algunos autores la definición de posesión no existe, por lo que se considera la combinación de

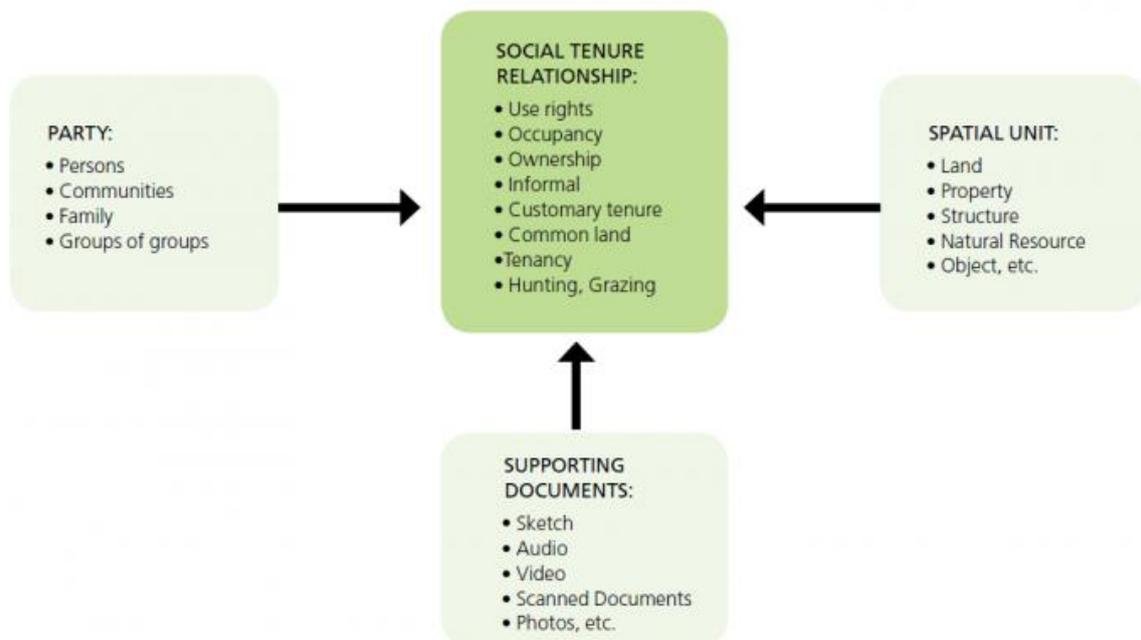
algunos derechos del propietario al manejo y exclusión de otros de su propiedad, agregar valor o recibir ingresos de la propiedad, y transferir la propiedad por venta o donación; sin que todo esto signifique que el propietario puede hacer válidos sus derechos el momento que decida; pero así mismo podría estar restringido por intereses públicos en el manejo de la tierra (Paasch, Van Oosterom, Lemmen, & Paulsson, 2015) debido a legislación urbana, sitios históricos y áreas protegidas (Chipofya, Karamesouti, Schultz, & Schwering, 2020); mientras que las responsabilidades van ligadas al uso de la tierra y algunas a pagos estipulados por ley (Cruz, 2010).

### Social Tenure Domain Model (STDM)

La herramienta STDM es una aplicación basada en el software de acceso libre de Sistema de Información Geográfica Quantum GIS diseñada para cumplir con el modelo de la Figura 2 que permite definir y manejar información sobre la tenencia de la tierra, visualizar unidades espaciales y crear reportes (Sylla & Gitau, 2018).

### Figura 2

*Individuos y unidades espaciales mediante la relación de tenencia de la tierra*



*Nota.* El modelo fue tomado de (Sylla & Gitau, 2018)

La herramienta provee una interfaz de manejo de datos para diseñar tablas con sus correspondientes atributos para que se puedan cumplir requerimientos y aplicarlos en diferentes contextos. La última versión 1.7 permite definir relaciones entre un grupo o individuo con una única unidad espacial, o de un grupo o individuo con diferentes unidades espaciales (Sylla & Gitau, 2018).

### **Manejo de los datos**

Toda la información espacial y de atributos se guarda en una base de datos PostgreSQL/Post GIS con una extensión en QGIS permitiendo el desarrollo de manera individual o en un servidor en conjunto. Su interfaz permite adjuntar documentos de apoyo por cada registro almacenado in el repositorio de datos, esto resulta interesante ya que se lo puede hacer mediante fotografías o documentos escaneados (Sylla & Gitau, 2018).

### **Base Legal**

#### **Constitución de la República del Ecuador**

En el Título VII del Régimen del Buen Vivir, Sección Cuarta, se encuentra el artículo 375 el cual establece que el Estado debe garantizar el derecho al hábitat y la vivienda digna, considerando el uso de un catastro nacional integrado para la creación de programas y estrategias direccionadas a la correcta gestión del territorio (Constitución de la República del Ecuador [Const], 2008).

En el Título VII del Régimen del Buen Vivir, Sección Novena, en el artículo 389 se establece que el Estado protegerá a las personas frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad; mientras que en el artículo 390 se establece que los riesgos deben estar gestionados bajo el principio de descentralización subsidiaria, lo que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico (Constitución de la República del Ecuador [Const], 2008).

**Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización**

En el capítulo IV del Ejercicio de las Competencias Constitucionales, en el artículo 140 se establece que los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial (COOTAD, 2019).

**Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo**

En los artículos 1 y 3 se mencionan los principios, reglas generales y objetivos del ordenamiento territorial, así como del uso y gestión del suelo urbano y rural en el país. También se identifican las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados sobre el ordenamiento territorial y el uso y gestión del suelo, con el fin de lograr una participación que involucre a todos los actores del territorio. En el artículo 11 literal 3 se establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados identificaran los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital (LOOTUGS, 2016).

**Acuerdo ministerial 029-16**

Establecido por el Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI), en el artículo 1 se identifican los lineamientos generales, requisitos y criterios para la estructuración del Sistema Nacional de Catastro Integral Geo Referenciado de Hábitat y Vivienda, el mismo que permitirá el manejo, mantenimiento y actualización de la información catastral en todos sus componentes para la valoración de bienes inmuebles (Acuerdo ministerial Nro. 029-16, 2016).

**Acuerdo ministerial 017-20**

Establecido por el Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI), en el artículo 1 se especifica que tiene como objetivo establecer los criterios técnicos y normativos para el mantenimiento y actualización del catastro de los inmuebles urbanos y rurales, para su respectiva valoración. Todo esto deberá estar regulado y estructurado en el Sistema Nacional de Catastro Integrado Georreferenciado (Acuerdo Ministerial Nro. 017-20, 2020).

**Plan de Creación de Oportunidades**

Dentro del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, se plantea la Estrategia Territorial Nacional a partir de unidades territoriales, asentamientos humanos y conectividad. Esta estrategia busca establecer los lineamientos que ayuden a la articulación y coordinación de los instrumentos de planificación y gestión del territorio. De igual manera, considera como elemento vital a la gestión de riesgos, la misma que busca fortalecer mediante acciones que permitan prevenir, enfrentar y mitigar los riesgos (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

**Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM)**

El perfil ecuatoriano de metadatos se basa en las normas de metadatos ISO19115:2003 e ISO 199115-2:2009. Tiene como objetivo desarrollar y efectuar las especificaciones técnicas necesarias que deben cumplir las instituciones públicas o privadas en la construcción, edición y revisión de metadatos para la generación de información espacial. De modo que se pueda brindar acceso, distribución y transferencia de datos entre toda la población (Perfil Ecuatoriano de Metadatos, 2010).

**Hipótesis**

¿Aplicando el Modelo de Dominio de Administración del Territorio (LADM) mediante el Social Tenure Domain Model (STDM), complemento del software libre QGIS, se obtendrá información catastral complementada con información de vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos a nivel predial que permita identificar derechos, restricciones y responsabilidades respecto a la tenencia de la tierra, en la parroquia Chunchi?

## Capítulo III

### Metodología

Para la presente metodología se establece una relación entre el catastro y la gestión de riesgos, específicamente la vulnerabilidad por deslizamientos. El empleo de los sistemas de información geográfica como instrumento de análisis permite la representación de esta relación y la identificación de cómo esta relación influye en la administración territorial y tenencia de la tierra. Para su aplicación en primera instancia se realiza un análisis de la administración territorial y la información de tenencia de tierra del GAD de Chunchi.

En cuanto a la información de las zonas de peligro por deslizamientos, se la obtiene mediante la tesis “Estimación de la susceptibilidad a deslizamientos en el área de los ríos Guasuntos, Picay y Chanchán, provincia de Chimborazo, utilizando técnicas geoespaciales, como insumo para los PDOT de los cantones de Alausí y Chunchi” (Cabascango & Iguago, 2022); considerando información geoespacial entregada y el modelo de Regresión Logística recomendado por las autoras como el mejor debido a que en la probabilidad de deslizamientos presenta un menor error estándar y un mejor ajuste de los datos, considerado entre todos los modelos generados.

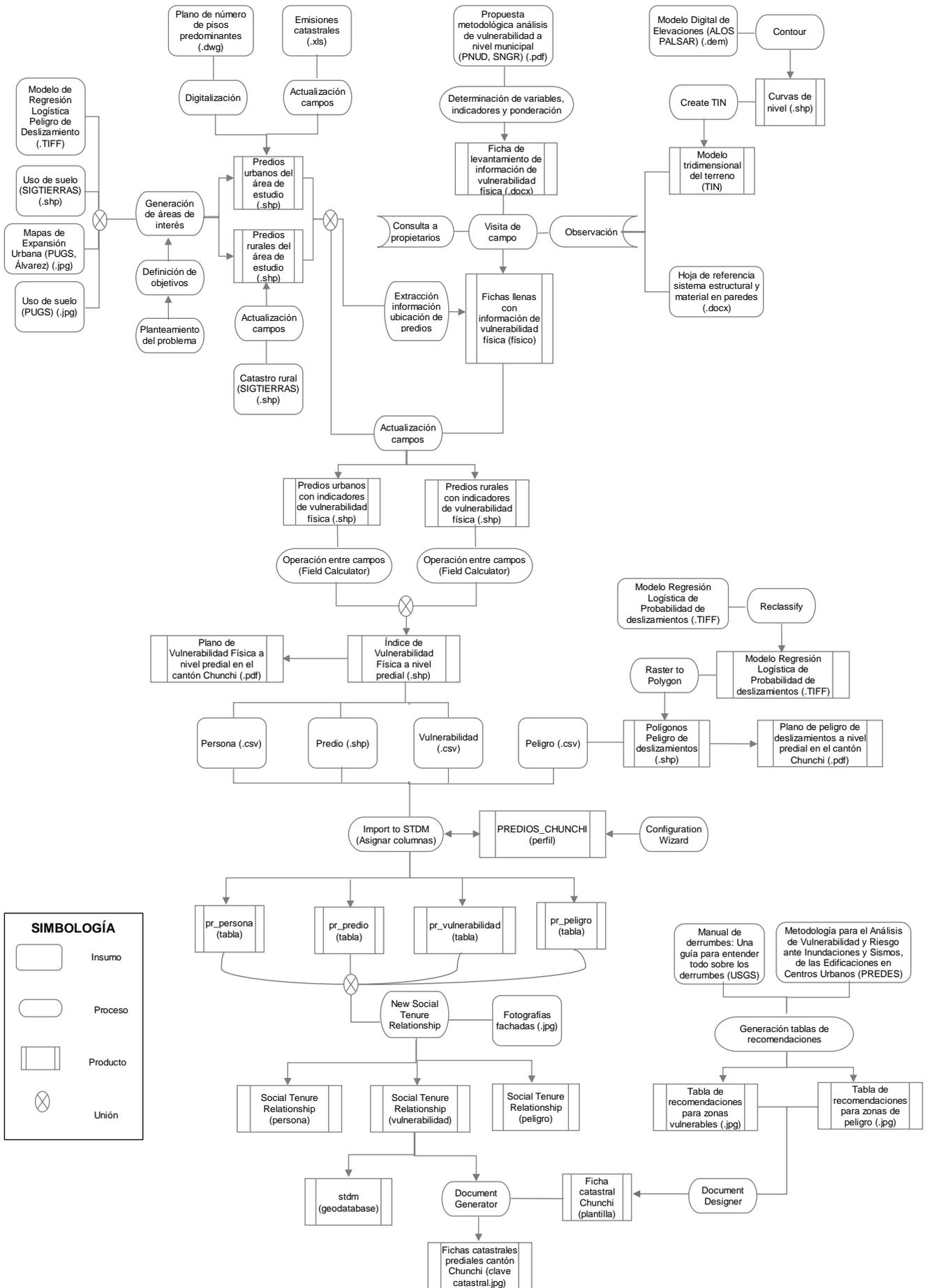
El análisis de vulnerabilidad física se lo realiza mediante una metodología cualitativa que tiene como insumo principal las características de las construcciones (sistema estructural, material de paredes, número de pisos, estado de conservación, año de construcción y topografía del sitio) que se encuentran dentro de los predios de análisis.

Con el fin de obtener el mejor resultado posible se define la información a utilizar que se dispone a manera de la base de datos catastral del cantón Chunchi, con los datos básicos de las unidades espaciales, a manera de predios, las personas o grupos de personas que tienen la tenencia de las unidades espaciales, documentos de apoyo y la información de vulnerabilidad que permitirá proveer de derechos, responsabilidades y restricciones a cada unidad.

La utilización de un software SIG, como es el caso de QGIS, permite la combinación entre la funcionalidad básica de los SIG en la representación gráfica de objetos de la vida real y la aplicación de modelos como el STDM, para la obtención de productos enfocados en ciertas temáticas como es el caso de la afectación por desastres. También resulta importante el utilizar este tipo de herramientas para integrar aplicaciones externas e incluso, incorporarse en bases de datos geoespaciales conjuntas que permitan una estandarización de la información catastral a diferentes niveles cantonal, provincial o nacional.

Figura 3

Diagrama de flujo

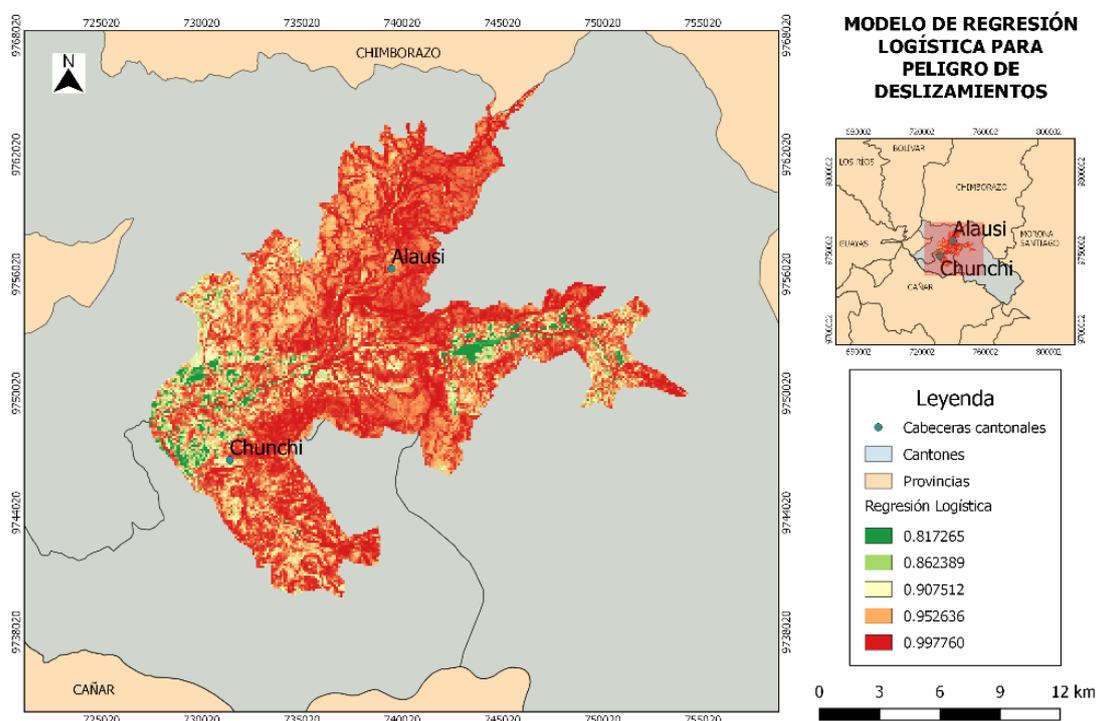


### Determinación del área de estudio

Las zonas de peligro de deslizamientos en la parroquia urbana Chunchi y sus alrededores se las obtuvo con base en los resultados obtenidos en la tesis de titulación: “Estimación de la susceptibilidad a deslizamientos en el área de los ríos Guasuntos, Picay y Chanchán, provincia de Chimborazo, utilizando técnicas geoespaciales, como insumo para los PDOT de los cantones de Alausí y Chunchi” (Cabascango & Iguago, 2022), Figura 4, específicamente con el uso de la cobertura raster del peligro por deslizamientos contenida en el Modelo de Regresión Logística; el mismo que es recomendado por las autoras en su estudio debido a que en la probabilidad de deslizamientos presenta un mejor ajuste y el menor de los errores estándar de los datos, en comparación con los demás modelos desarrollados.

### Figura 4

*Modelo de Regresión Logística para peligro de deslizamientos.*

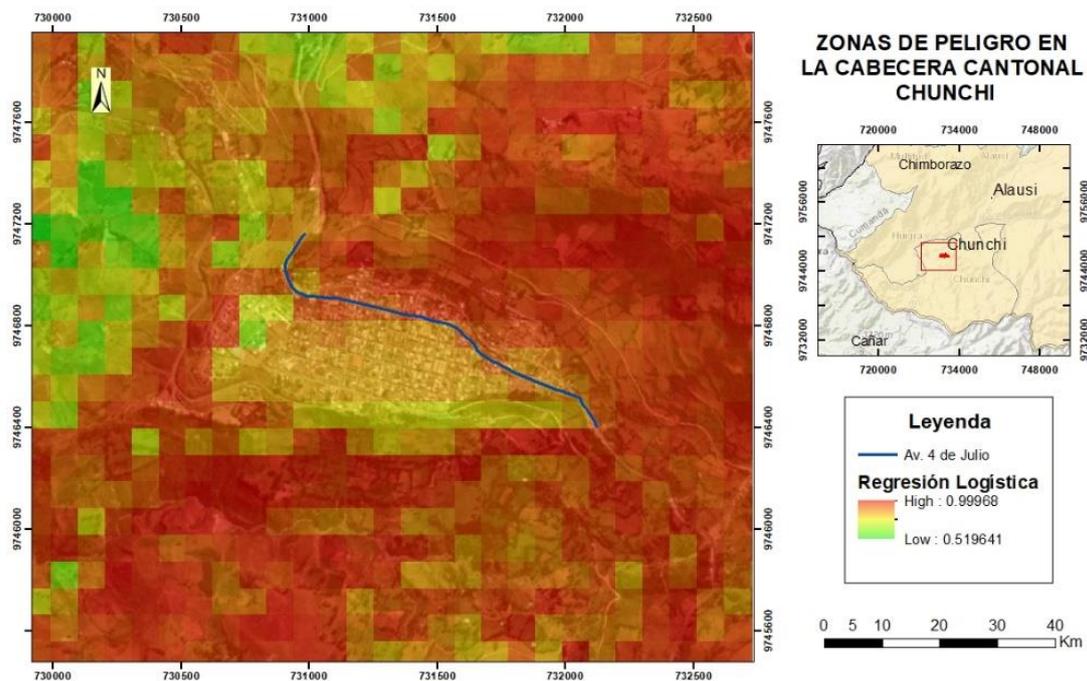


*Nota.* El modelo de peligro de deslizamientos fue provisto por el trabajo de titulación de (Cabascango & Iguago, 2022), Biblioteca ESPE

Para el área de aplicación del estudio se identificaron las zonas del cantón que tuvieran una concentración de asentamientos humanos que permitieran analizar tanto predios como sus estructuras, así se consideró a la parroquia Chunchi, cantón Chunchi, como cabecera cantonal al ser el centro de desarrollo urbano del cantón. Con este antecedente también se tomó en cuenta la información de peligro del Modelo de Regresión Logística para aquellas zonas con peligro alto y muy alto de deslizamientos tanto en la cabecera cantonal como en sus alrededores, estas zonas comprendían la parte norte del área urbana, considerando su principal articulación vial, Av. 4 de Julio (E35) donde se encuentran la mayor cantidad de servicios y establecimientos comerciales (Figura 5).

### Figura 5

*Zonas de peligro en la cabecera cantonal Chunchi.*



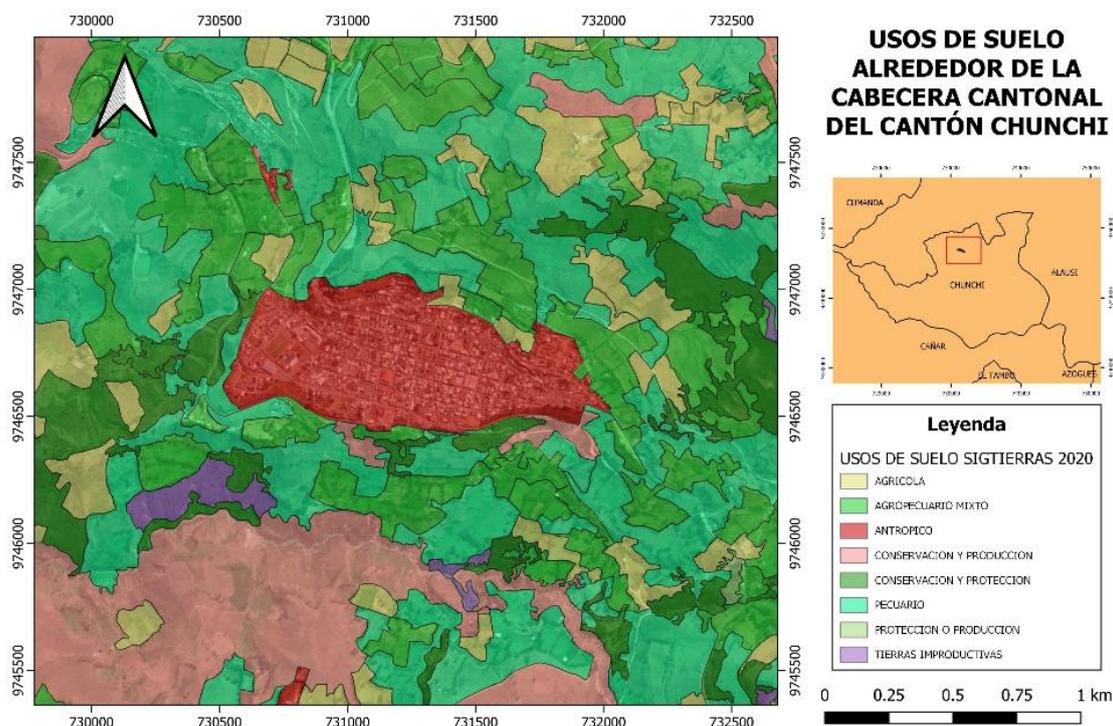
*Nota.* El modelo de peligro de deslizamientos fue provisto por el trabajo de titulación de (Cabascango & Iguago, 2022), Biblioteca ESPE

De igual manera, se consideraron las zonas de acuerdo a su uso en las cuales la denominación fuera antrópico, agrícola, pecuario, agropecuario y de conservación y

protección, esta información fue extraída de la capa de coberturas de la tierra proporcionada por SIGTIERRAS (Figura 6).

### Figura 6

*Clasificación de usos de suelo de cabecera cantonal Chunchi.*

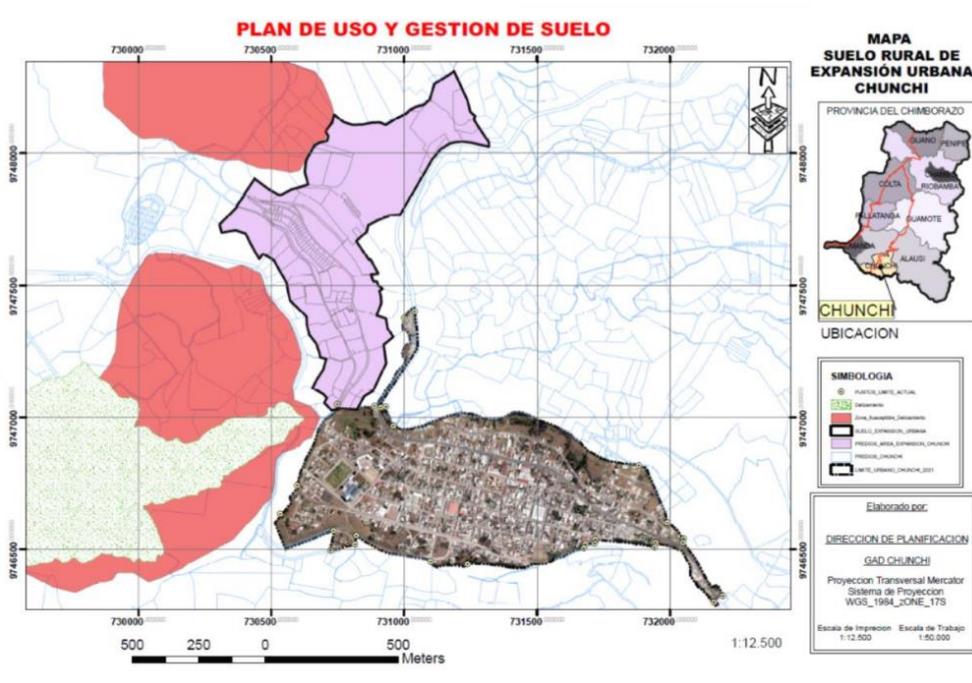


*Nota.* La capa de los usos de suelo fue tomada de la información cartográfica del SIGTIERRAS.

También resultó importante considerar las zonas de expansión urbana de acuerdo a las nuevas lotizaciones realizadas y a lo determinado en el Plan de Uso y Gestión de Suelo del cantón Chunchi (Figura 7); y en el estudio de (Gómez & Landy, 2019) (Figura 8). Así mismo dentro del uso antrópico antes mencionado se toma en cuenta la clasificación de los usos de suelo en el área urbana tomando aquellos clasificados como uso residencial y comercial-residencial (Figura 9).

### Figura 7

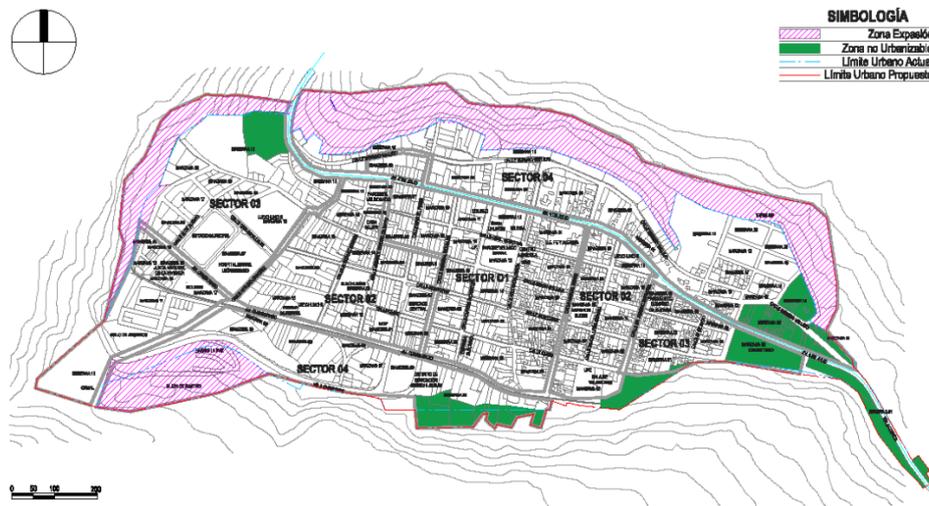
*Mapa de suelo rural de expansión urbana de Chunchi.*



Nota. El mapa fue obtenido de Plan de Uso y Gestión del Suelo del cantón Chunchi (PUGS Chunchi, 2021)

**Figura 8**

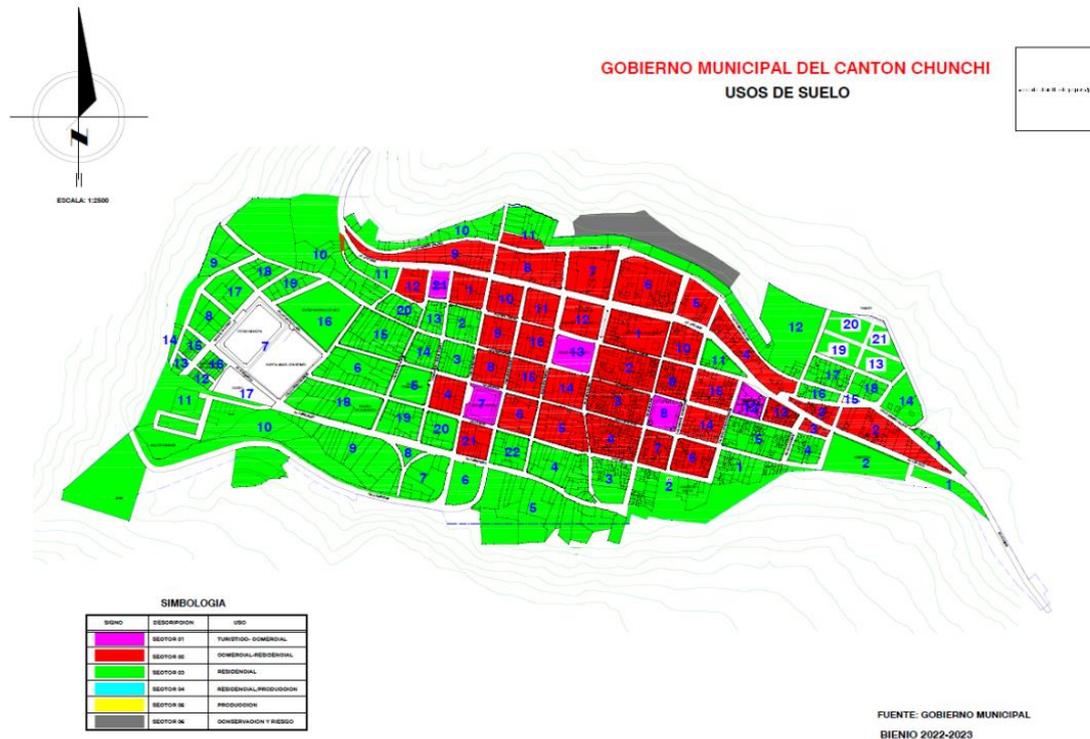
*Propuesta de usos y ocupación del suelo en el límite urbano en el cantón Chunchi.*



Nota. La propuesta fue tomada del trabajo realizado por (Gómez & Landy, 2019)

**Figura 9**

*Mapa de usos de suelo de Chunchi.*

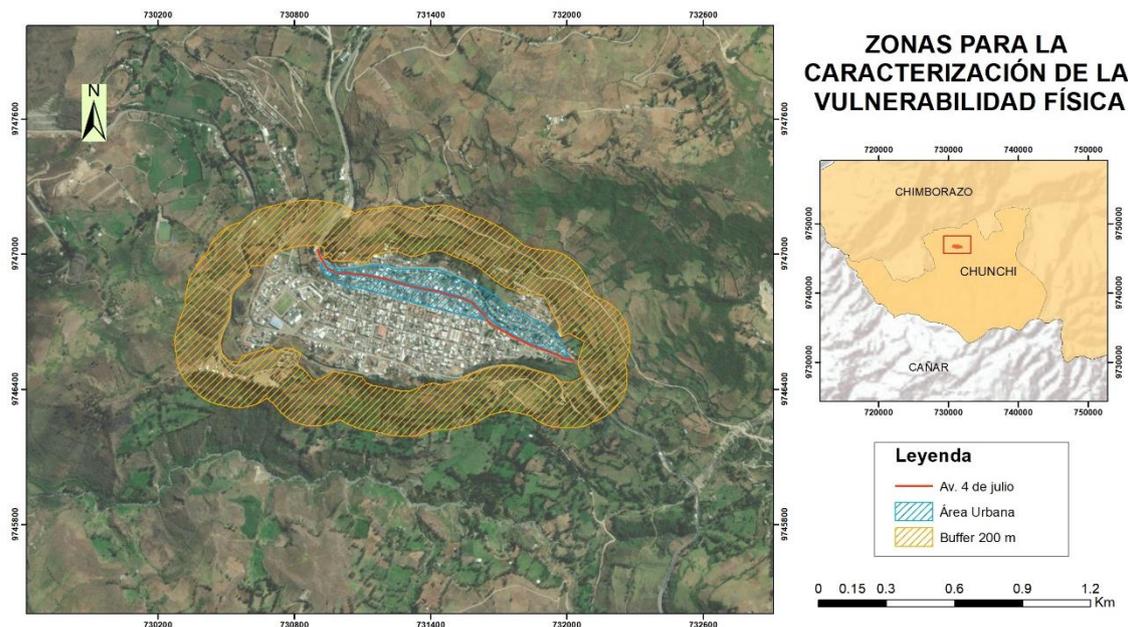


*Nota.* El mapa de usos de suelo del cantón Chunchi fue tomado de (PUGS Chunchi, 2021)

Por otro lado, para el caso de los predios rurales se realizaron las mismas consideraciones antes mencionadas, además de tomar en cuenta los predios colindantes con el área urbana debido a que son potenciales sitios en los que la cabecera cantonal se puede seguir expandiendo, debido a la cercanía a servicios básicos, infraestructura, transporte, vialidad, entre otros; así se realizó un buffer de 200 metros alrededor de toda la cabecera cantonal (Figura 10).

### **Figura 10**

*Zonas obtenidas para la caracterización de la vulnerabilidad física.*



### Tratamiento de la información catastral

Para realizar un tratamiento efectivo de la información catastral se toma como base lo dispuesto por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, específicamente en la Norma Técnica Nacional de Catastros 2022, considerando los componentes y elementos con los que deben contar las bases catastrales de cada uno de los cantones. Como parte fundamental se consideran la estructura del código primario de identificación definido a manera de una clave catastral única para cada predio tanto en el catastro urbano y rural y que están determinados por su ubicación geográfica partiendo desde las divisiones administrativas territoriales más grandes hasta llegar al nivel predial (Tabla 1).

Así mismo se debe considerar que para la codificación de los primeros dígitos de la clave catastral (Provincia, Cantón y Parroquia) se utiliza el Clasificador Geográfico Estadístico – DPA que forma parte de la División Político Administrativa realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. De esta manera se asignan los dos primeros dígitos de la izquierda al código de provincia, continúa con el cantón dando el código 01 a la cabecera provincial o capital de provincia, y dentro del cantón se codifican las parroquias urbanas en orden alfabético desde el 01 hasta 49, asignando el 50 a la cabecera

cantonal; mientras que a las parroquias rurales se les ordena del mismo modo, pero el código va desde el 51 al 99.

**Tabla 1**

*Estructura de la clave catastral*

<b>Clave Catastral Urbana</b>							
<b>Componentes de la clave catastral</b>	<i>Provincia</i>	<i>Cantón</i>	<i>Parroquia</i>	<i>Zona</i>	<i>Sector</i>	<i>Manzana</i>	<i>Predio</i>
<b>Número de dígitos</b>	2	2	2	1	1	3	3
<b>Clave Catastral Rural</b>							
<b>Componentes de la clave catastral</b>	<i>Provincia</i>	<i>Cantón</i>	<i>Parroquia</i>	<i>Zona</i>	<i>Sector</i>	<i>Polígono catastral</i>	<i>Predio</i>
<b>Número de dígitos</b>	2	2	2	1	1	3	3

*Nota.* La presente tabla fue realizada por lo dispuesto por (MIDUVI, 2022)

También se consideran los datos básicos catastrales que deben estar contenidos en los catastros municipales que ayudarán en distintos aspectos administrativos de los GADM, por lo cual el Catastro Inmobiliario deberá estar conformado por los siguientes componentes (Tabla 2):

**Tabla 2**

*Componentes del catastro municipal*

<b>Componente económico</b>	a) Valor del suelo b) Valor de las construcciones (si fuese el caso) c) Valor total del predio (suelo y construcciones)
<b>Componente Físico</b>	a) Predio a.1 Datos Comunes a los Predios Urbanos y Rurales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave catastral</li> <li>• Clave catastral anterior (si existiere)</li> <li>• Tipo de predio</li> <li>• Régimen de propiedad (horizontal, unipropiedad)</li> <li>• Uso del predio</li> <li>• Dirección (eje principal y secundario)</li> <li>• Área gráfica del predio</li> <li>• Propiedad horizontal</li> <li>• Infraestructura, servicios e instalaciones (vía de acceso, sanitarias, energía eléctrica, comunicaciones, eliminación de basura, agua)</li> <li>• Funcionario responsable de la actualización predial</li> <li>• Fecha de actualización</li> </ul> a.2 Datos Adicionales de los Predios Urbanos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización en la manzana</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Infraestructura, servicios e instalaciones (aceras y bordillos, transporte urbano)</i></li> </ul> <p>a.3 <i>Datos Adicionales de los Predios Rurales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Disponibilidad de riego</i></li> </ul>
	<p>b) <i>Construcción</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Código de identificación de la construcción (Bloque)</i></li> <li>• <i>Número de pisos del bloque</i></li> <li>• <i>Condición física</i></li> <li>• <i>Estado de construcción</i></li> <li>• <i>Condición patrimonial</i></li> <li>• <i>Año de construcción</i></li> <li>• <i>Año de restauración (si fuese el caso)</i></li> <li>• <i>Área construida</i></li> <li>• <i>Ocupación del bloque constructivo o piso</i></li> <li>• <i>Instalaciones especiales de la edificación</i></li> <li>• <i>CUEN</i></li> <li>• <i>Elementos constructivos (estructura, acabados, pared, cubierta)</i></li> </ul>
	<p>c) <i>Vivienda</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Código de vivienda</i></li> <li>• <i>Clasificación</i></li> <li>• <i>Tipo de vivienda</i></li> <li>• <i>Condición de ocupación</i></li> <li>• <i>Datos Censales (número de habitaciones, propiedad o posesión, número de habitantes)</i></li> </ul>
<b>Componente Jurídico</b>	<p>a) <i>Datos del Ocupante (propietario, poseionario)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Propietario (persona natural o jurídica)</i></li> <li>• <i>Persona Jurídica (pública, privada, razón social, RUC / Identificación)</i></li> <li>• <i>Persona Natural (documento de identificación, apellidos y nombres)</i></li> <li>• <i>Estado civil (casado, soltero, viudo, divorciado y unión libre)</i></li> <li>• <i>Datos del cónyuge o conviviente (documento de identificación, apellidos y nombres)</i></li> <li>• <i>Teléfono convencional o celular de contacto del ocupante</i></li> </ul>
	<p>b) <i>Datos Copropietarios o Propietarios en Derechos y Acciones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Copropietario o propietario en derechos y acciones (Documento de identificación, nombres completos)</i></li> <li>• <i>Porcentaje de participación de cada copropietario conforme declaratoria de propiedad horizontal o propietario en derechos y acciones.</i></li> </ul>
	<p>c) <i>Dominio o Posesión</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dominio (con título inscrito, posesión, asentamiento de hecho, conflicto)</i></li> </ul>
<b>Componente Temático</b>	<i>Información de apoyo utilizada cuando el GADM lo requiera.</i>

*Nota.* Los componentes del catastro municipal están determinados por (MIDUVI, 2022) de donde se tomó la tabla.

### **Información catastral del cantón Chunchi**

La información catastral fue proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chunchi, la misma que está conformada por capas en formato (.shp) que contiene la información del catastro rural, para el catastro urbano se contó con un plano de la cabecera cantonal en formato (.dwg) y su respectiva información alfanumérica en tablas formato (.xls). Con esta información en primer lugar se constató la

estructura de la clave catastral, tanto de predios urbanos como rurales, para confirmar su validez dentro de los lineamientos determinados por el MIDUVI, considerando principalmente el Clasificador Geográfico Estadístico para la provincia de Chimborazo (06), cantón Chunchi (05), parroquia Chunchi (50), determinado por el INEC (Figura 11) así se presenta la codificación de las claves catastrales en el cantón Chunchi en la Tabla 3.

### Figura 11

*Clasificador Geográfico Estadístico para el cantón Chunchi.*

06		PROVINCIA DEL CHIMBORAZO	
COMPRENDE LOS SIGUIENTES CANTONES			
01	RIOBAMBA	06	GUAMOTE
02	ALAUÍS	07	GUANO
03	COLTA	08	PALLATANGA
04	CHAMBO	09	PENIPE
05	CHUNCHI	10	CUMANDÁ
06	05	CANTÓN CHUNCHI	
COMPRENDE:			
06	05	50	CHUNCHI, CABECERA CANTONAL
Y LAS PARROQUIAS RURALES:			
06	05	51	CAPZOL
06	05	52	COMPUD
06	05	53	GONZOL
06	05	54	LLAGOS

*Nota.* El Clasificador Geográfico Estadístico está dado por (INEC, 2023)

### Tabla 3

*Ejemplos de estructura de la clave catastral en el cantón Chunchi*

Clave Catastral Urbana Chunchi						
06	05	50	01	01	12	001
Provincia	Cantón	Parroquia	Zona	Sector	Manzana	Predio
Clave Catastral Rural Chunchi						
06	05	50	00	00	70	114
Provincia	Cantón	Parroquia	Zona	Sector	Polígono catastral	Predio

Una vez verificado el código principal de identificación de cada uno de los predios se procedió a definir la información catastral necesaria que se utilizará posteriormente para la

ejecución del modelo STDM y la identificación de sus derechos, responsabilidades y restricciones. Se seleccionaron los datos básicos de los predios como su clave catastral, tipo, avalúo, área y dirección; de igual manera los datos básicos de las personas o grupos de personas que tienen la tenencia de estas unidades espaciales (Tabla 4).

**Tabla 4**

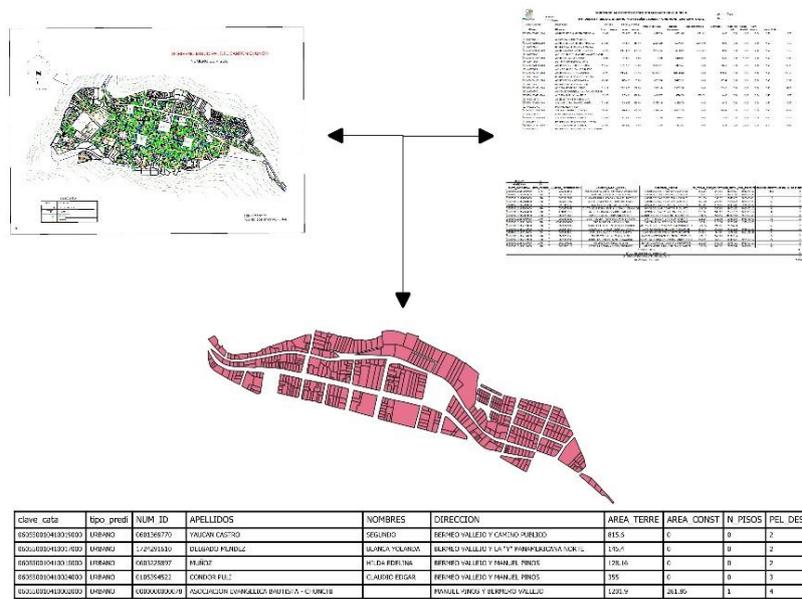
*Datos catastrales del cantón Chunchi a utilizar en el modelo STDM*

<b>Componente económico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valor del suelo</li> <li>✓ Valor de las construcciones (si fuese el caso)</li> <li>✓ Valor total del predio (suelo y construcciones)</li> </ul>
<b>Componente Físico</b>	<p><i>Predio</i></p> <p><i>Datos Comunes a los Predios Urbanos y Rurales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clave catastral</li> <li>✓ Dirección (eje principal y secundario)</li> <li>✓ Área gráfica del predio</li> </ul>
	<p><i>Construcción</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Número de pisos del bloque</li> <li>✓ Estado de construcción</li> <li>✓ Año de construcción</li> <li>✓ Área construida</li> <li>✓ Elementos constructivos (estructura, paredes)</li> <li>✓ Topografía del sitio</li> </ul>
<b>Componente Jurídico</b>	<p><i>Datos del Ocupante (propietario, poseionario)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Propietario (persona natural o jurídica)</li> <li>✓ Persona Jurídica (pública, privada, razón social, RUC / Identificación)</li> <li>✓ Persona Natural (documento de identificación, apellidos y nombres)</li> </ul>
<b>Componente Temático</b>	<i>Información de vulnerabilidad física de las construcciones frente a deslizamientos y peligro de deslizamientos</i>

En el caso de los predios urbanos, se digitalizaron los predios con la ayuda del plano de la cabecera cantonal en formato (.dwg) y se utilizaron las tablas formato (.xls) que contenían la información catastral alfanumérica del cantón Chunchi y añadirla a la cobertura (.shp) ya digitalizada (Figura 12); para los predios rurales únicamente se seleccionaron y modificaron los campos de la tabla de atributos de la cobertura (.shp) de predios debido a que ya contaban con toda la información. Todo esto mediante el uso del software QGIS y sus funciones de digitalización y edición.

**Figura 12**

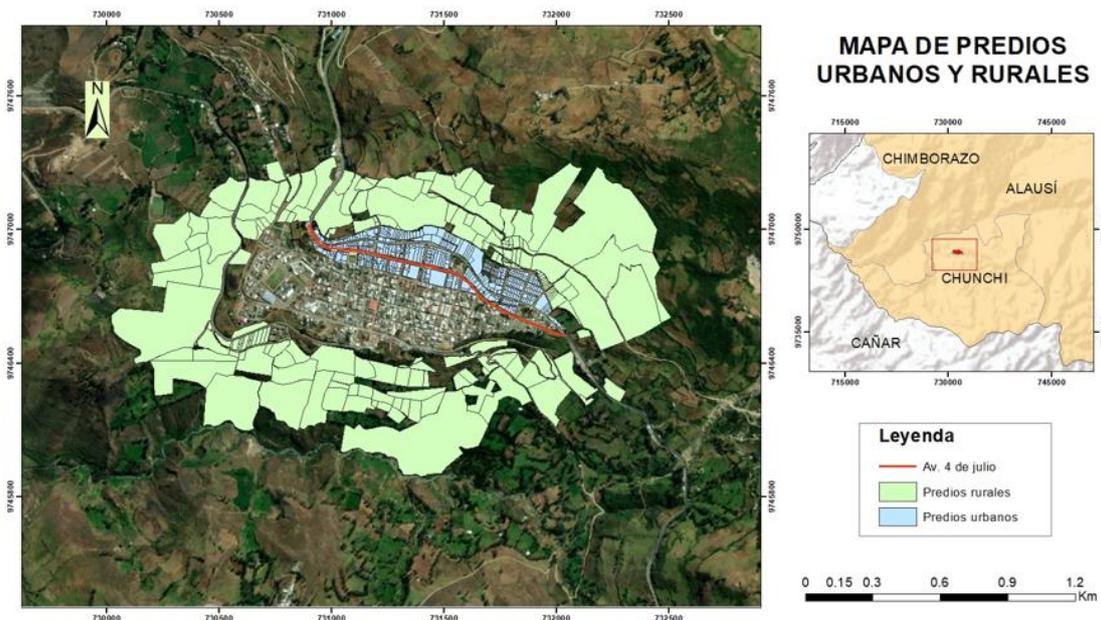
*Obtención del catastro urbano en formato shapefile*



En total se obtuvieron 652 predios, 480 urbanos y 172 rurales, que se encontraban dentro de la zona de influencia caracterizada como se observa en la Figura 13.

**Figura 13**

*Predios urbanos y rurales*



**Creación ficha de vulnerabilidad físico estructural y toma de datos**

Para la generación de la información de vulnerabilidad a nivel predial, fue necesario plantear una metodología cualitativa mediante un análisis de la estructura constructiva de

cada uno de los predios que se encuentran dentro del área de influencia propuesta. Para esto se generó una ficha de levantamiento de información (Figura 14), la cual contiene la información básica del predio: clave catastral, ubicación y croquis; y una tabla donde se detallan las variables o indicadores físico estructurales: sistema estructural, material de paredes, número de pisos, estado de conservación, año de construcción y topografía del sitio. Se definieron estas variables e indicadores de acuerdo a la metodología cualitativa para evaluar la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones, tomada como referencia de la “Propuesta metodológica análisis de vulnerabilidad a nivel municipal” realizada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oficina Ecuador; Ecuador. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), (SNGR & PNUD, 2012).

Los valores y pesos planteados de cada variable que, es base en este punto, fueron determinados por: el conocimiento que se tiene del comportamiento estructural de las diferentes tipologías de las edificaciones, experiencias documentadas por eventos pasados e información documental a nivel mundial; con esto se pudo definir aquellas que tienen influencia directa frente al peligro por deslizamientos. Los indicadores tomados en cuenta se presentan en la Tabla 5, a los cuales se les asignó un valor numérico que va de 1 (vulnerabilidad baja), 2 (vulnerabilidad media), 3 (vulnerabilidad alta) y 4 (vulnerabilidad muy alta), dependiendo de las características de cada construcción, lo que constituye una debilidad leve o fuerte frente a los deslizamientos. Una vez asignado el valor numérico para cada una de las variables, estas deben ser incorporadas a un valor global para cada edificación que se denominará como Índice de Vulnerabilidad Física. Se realiza la suma ponderada del valor de cada variable, dependiendo del grado de importancia que estas tengan dentro del comportamiento global de la edificación.

## **Tabla 5**

*Variables e indicadores Físico Estructurales de las construcciones*

<b>VARIABLE DE VULNERABILIDAD</b>	<b>DESCRIPCION DE LA VARIABLE Y USO DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>INDICADORES DE VULNERABILIDAD</b>	<b>VALORES POSIBLES DEL INDICADOR</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
<i>Sistema estructural</i>	<i>Describe la tipología estructural predominante en la edificación</i>	<i>Hormigón armado</i>	3	0.15
		<i>Estructura metálica</i>	3	
		<i>Estructura de madera</i>	4	
		<i>Estructura de caña</i>	4	
		<i>Estructura de pared portable</i>	4	
		<i>Mixta madera/hormigón</i>	4	
		<i>Mixta metálica/hormigón</i>	4	
<i>Tipo de material en paredes</i>	<i>Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación</i>	<i>Pared de ladrillo</i>	3	0.15
		<i>Pared de bloque</i>	3	
		<i>Pared de piedra</i>	4	
		<i>Pared de adobe</i>	4	
		<i>Pared de tapia/bahareque/madera</i>	4	
<i>Número de pisos</i>	<i>La altura incide en el comportamiento de algunas amenazas</i>	<i>1 piso</i>	4	0.15
		<i>2 pisos</i>	3	
		<i>3 pisos</i>	2	
		<i>4 pisos</i>	2	
		<i>5 pisos o más</i>	2	
<i>Estado de conservación</i>	<i>El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación</i>	<i>Bueno</i>	1	0.15
		<i>Aceptable</i>	2	
		<i>Regular</i>	3	
		<i>Malo</i>	4	
<i>Año construcción</i>	<i>Brinda una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza</i>	<i>antes de 1970</i>	4	0.15
		<i>entre 1971 y 1980</i>	3	
		<i>entre 1981 y 1990</i>	2	
		<i>entre 1991 y 2020</i>	1	
<i>Topografía del sitio</i>	<i>Indica posibles debilidades frente a la amenaza</i>	<i>A nivel, terreno plano</i>	2	0.25
		<i>Bajo nivel calzada</i>	4	
		<i>Sobre nivel calzada</i>	2	
		<i>Escarpe positivo o negativo</i>	4	

*Nota.* La presente tabla fue adaptada de *Propuesta metodológica análisis de vulnerabilidad a nivel municipal* (p. 34, 38), por (SNGR & PNUD, 2012).

De ese modo, se estableció la siguiente ficha para el levantamiento de información físico estructural de las construcciones como se observa en la Tabla 6:

Tabla 6

*Ficha para el levantamiento de información*

<b>Clave catastral:</b>				<b>Croquis:</b>			
<b>Dirección:</b>							
Variables físico estructurales de las construcciones							
Sistema estructural	Material en paredes	Número de pisos	Estado de conservación	Año de construcción	Topografía del sitio		
Hormigón armado	Ladrillo	1	Bueno	antes 1970	A nivel, terreno plano		
Estructura metálica	Bloque	2	Aceptable	1971-1980	Bajo nivel calzada		
Estructura de madera	Piedra	3	Regular	1981-1990	Sobre nivel calzada		
Estructura de caña	Adobe	4	Malo	1991-2020	Escarpe positivo o negativo		
Estructura de pared portable	Tapia/bahareque/madera	5 o más					
Mixta madera/hormigón							
Mixta metálica/hormigón							

Posterior a la creación de la ficha, se procedió a levantar la información de las características físicas de las construcciones con visitas in situ en el área de influencia para calificarlas y ponderarlas, lo que permitió obtener un valor o índice de vulnerabilidad para cada uno de los predios. Teniendo como punto de inicio la información de las características físicas de las construcciones que por lo general suele estar incluida dentro del catastro municipal, o en ocasiones como el presente caso de estudio levantada con visitas in situ del área de influencia, se pueden definir aquellas que tienen influencia directa frente al peligro por deslizamientos, para calificarlas y ponderarlas lo que permitirá obtener un valor o índice de vulnerabilidad para cada uno de los predios. La respectiva ponderación fue realizada con base en la observación o a través de la consulta a los propietarios. Las visitas in situ tuvieron una duración de 7 días en la cabecera cantonal Chunchi, cantón Chunchi, provincia de Chimborazo (Figura 14).

**Figura 14**

*Levantamiento de información in situ en el área de estudio.*



En aquellos predios donde no se pudo hacer la consulta directa a los propietarios, debido a diferentes razones como su ausencia en los inmuebles, estos eran ocupados por arrendatarios o por el desconocimiento de alguna de las características cualitativas de las construcciones, de ser necesario se optó por usar alternativas que permitieran su correcto reconocimiento. Para el caso de las variables sistema estructural y tipo de material de paredes se utilizó una hoja de referencia (Figura 15), la misma que contaba con imágenes referenciales de los materiales y estructuras.

### Figura 15

*Tablas referenciales de estructura y tipo de pared de las construcciones*

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADOR DE VULNERABILIDAD	IMAGEN REFERENCIAL			
Sistema estructural	Hormigón armado		Tipo de material en paredes	Ladrillo	
	Estructura metálica			Bloque	
	Estructura de madera			Piedra	
	Estructura de caña			Adobe	
	Estructura de pared portable			Tapia/ bahareque/madera	
	Mixta madera/hormigón				
	Mixta metálica hormigón				

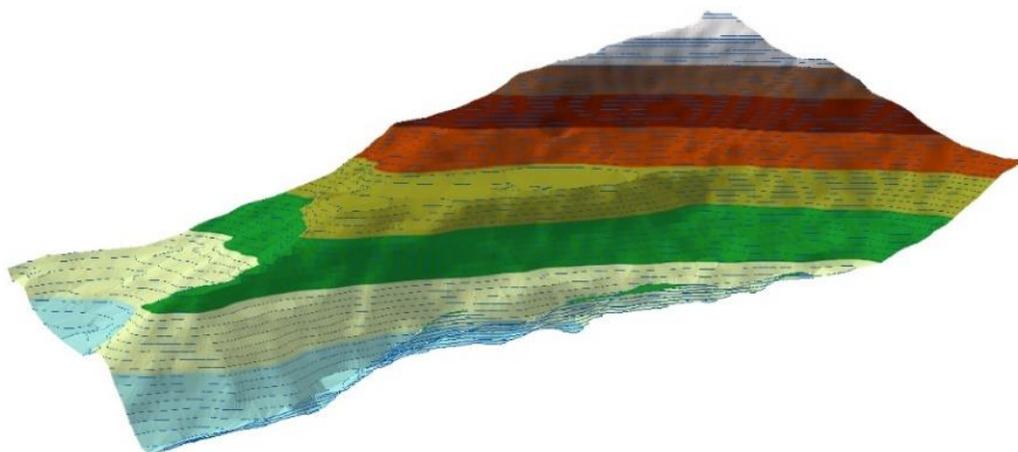
El número de pisos y estado de conservación se realizó solamente con la observación e interpretación del estado en el que se encontraban las construcciones; y en el

caso del año de construcción se utilizaron los datos de las bases catastrales proporcionadas por el GADM del cantón Chunchi.

Para la variable topografía del terreno además del reconocimiento visual se utilizó un modelo tridimensional (Figura 16) realizado a partir de un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), con una resolución espacial de 12.5 m, obtenido del satélite ALOS PALSAR que forma parte del programa Alaska Satellite Facility. De esta manera con curvas de nivel con cotas cada 15 m fue posible observar los cambios en altura entre y en los predios y tener una mejor aproximación al nivel de vulnerabilidad para esta variable.

### **Figura 16**

*Modelo tridimensional del área de estudio*



### **Cálculo del índice de vulnerabilidad físico estructural**

Para el análisis de la vulnerabilidad a nivel predial se utilizó la información física estructural referente a las construcciones que pueden verse afectadas por los deslizamientos y que están condicionadas por la manera en las que fueron construidas. Se continuó con la complementación de la información catastral proporcionada por el GADM de Chunchi, con la información de las características físicas de las construcciones obtenidas de la visita in situ y que fueron levantadas mediante la ficha de toma de datos, de esta manera

completando el Componente Físico del catastro (Construcción) que se presentó en la Tabla 4, en las tablas de atributos, tanto en los predios urbanos como rurales.

**Tabla 7**

*Variables e indicadores Físico Estructurales de las construcciones en la tabla de atributos.*

<i>Variable de vulnerabilidad</i>	<i>Indicador de vulnerabilidad en la tabla de atributos</i>	<i>Valor del indicador de vulnerabilidad en la tabla de atributos</i>
<i>Sistema estructural</i>	<i>S_ESTRU</i>	<i>I_S_ESTRU</i>
<i>Tipo de material en paredes</i>	<i>M_PARED</i>	<i>I_M_PARED</i>
<i>Número de pisos</i>	<i>N_PISOS</i>	<i>I_N_PISOS</i>
<i>Estado de conservación</i>	<i>E_CONSE</i>	<i>I_E_CONSE</i>
<i>Año de construcción</i>	<i>A_CONST</i>	<i>I_A_CONST</i>
<i>Topografía del sitio</i>	<i>TOP_SIT</i>	<i>I_TOP_SIT</i>

En el software QGIS se procede a la obtención del Índice de Vulnerabilidad Física ( $I_{VUL\_FI}$ ) con una suma ponderada entre los campos que contienen los valores posibles de los indicadores de vulnerabilidad (Tabla 7) que forman parte de la tabla de atributos, pertenecientes al catastro rural y urbano. En este punto también se toma en cuenta la ponderación para cada una de las variables de vulnerabilidad definidas por la metodología propuesta por (SNGR & PNUD, 2012); dando como resultado la siguiente expresión (Ecuación 1):

$$I_{VUL\_FI} = (0.15 * I_{S\_ESTRU}) + (0.15 * I_{M\_PARED}) + (0.15 * I_{N\_PISOS}) + (0.15 * I_{E\_CONSE}) + (0.15 * I_{A\_CONST}) + (0.25 * I_{TOP\_SIT}) \quad (1)$$

### **Obtención del índice de peligro de deslizamientos**

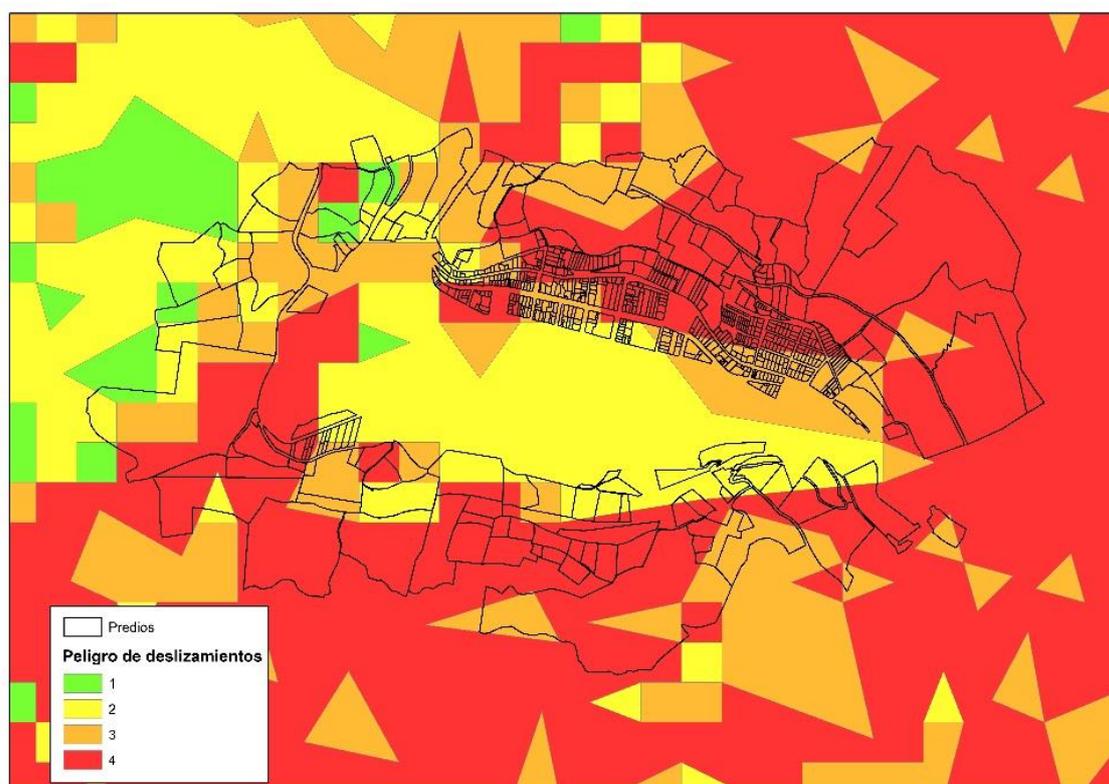
Se procedió a hacer una reclasificación, para colocar los valores de probabilidad en la misma escala de los valores de vulnerabilidad (valores de 1 a 4) y que son aplicables de igual manera para el peligro, con estos valores se pasa la información de raster a vectorial para poder relacionarla con las capas catastrales que tienen este formato. Esta información se unió a los polígonos de los predios para que cada uno tomara el valor predominante de

peligro, lo cual creaba un nuevo atributo a manera de índice de peligro de deslizamiento (Figura 17).

Con la información vectorial del peligro de deslizamiento y la información predial, fue posible complementar la información catastral con el índice de peligro de deslizamiento obtenido de la reclasificación antes mencionada, así los valores numéricos van de 1 (peligro bajo), 2 (peligro medio), 3 (peligro alto) y 4 (peligro muy alto).

### Figura 17

*Capa vectorial del índice de peligro de deslizamientos*



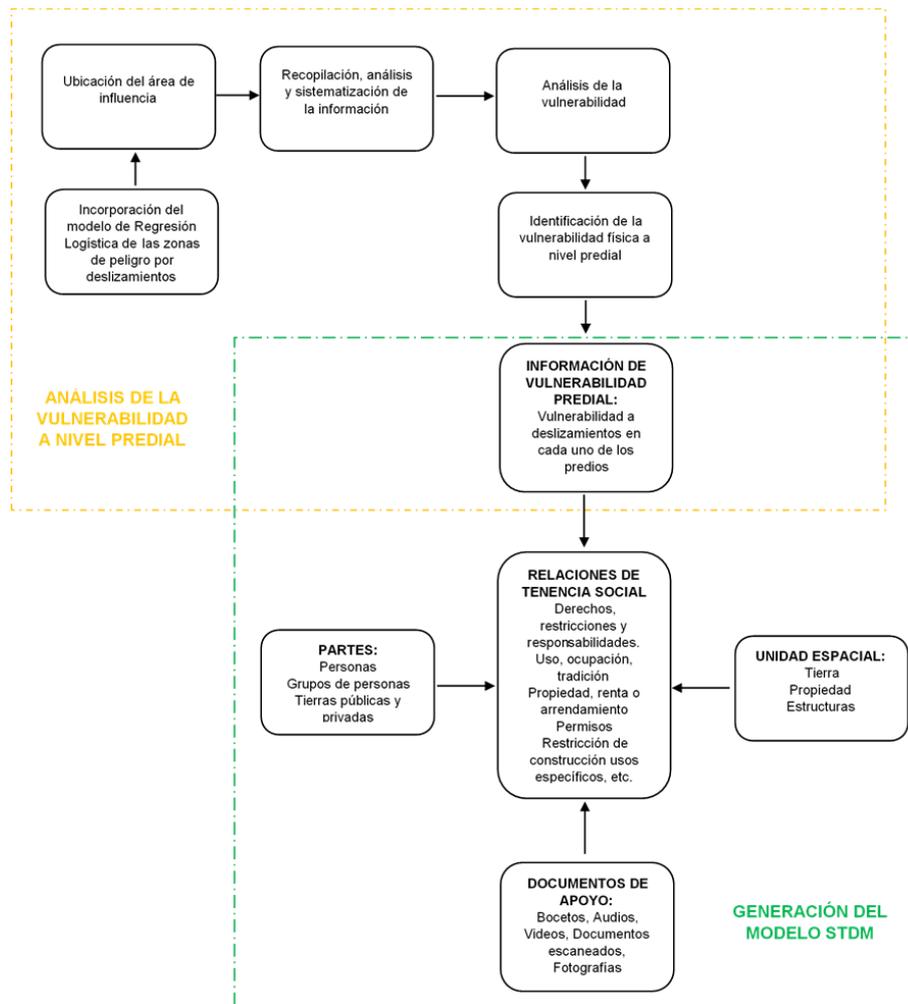
### Modelo LADM - norma ISO 19152:2012

Para el Modelo de Administración de Tenencia del Territorio se definen las partes y sus relaciones correspondientes con cada unidad espacial (predios). De igual manera, se pueden obtener relaciones de tenencia personalizadas con atributos específicos como la información básica de personas o grupos de personas, tenencia, la vulnerabilidad asociada al lugar donde se ubican los predios y el conjunto de derechos, responsabilidades y restricciones a las que deberían ser sujetos los propietarios.

Con esto se sigue el modelo conceptual que presenta el STDM que consiste en el nombre de las partes, su relación con la tenencia social, la unidad espacial, los documentos de apoyo. Para el presente trabajo también se toma en consideración la información de vulnerabilidad a deslizamientos que afectan a la zona de estudio. Las partes pueden incluir a personas, grupos de personas, tierras públicas y privadas. La relación de tenencia social incluye derechos, restricciones y responsabilidades a manera de derechos de uso, ocupación, por tradición, propiedad, renta o arrendamiento, permisos, entre otros que se busca incluir como restricción de construcción o el destinar a un uso específico que se relacionan con la vulnerabilidad presente en la zona. La unidad espacial puede ser la tierra, propiedad, recursos naturales y objetos inmuebles. Los documentos de apoyo se pueden tener en forma de bocetos, audios, videos, documentos escaneados y fotografías. Lo expuesto se presenta en el esquema presentado en la Figura 18.

**Figura 18**

*Modelo conceptual STDM adaptado para la inclusión de la información de vulnerabilidad a deslizamientos en la parroquia de Chunchi, cantón Chunchi.*



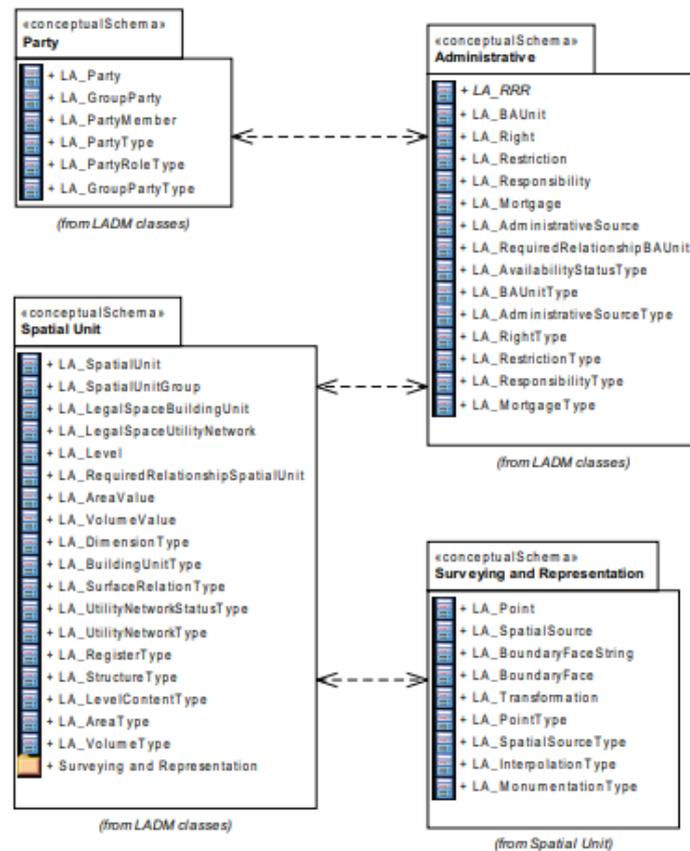
Para el caso de la integración de la vulnerabilidad se consideran las fuerzas de los cambios globales (personas, tierra y el desastre) y las causas que la impulsan, así se busca mostrar un marco conceptual en el que se tienen las necesidades y las contribuciones potenciales de los modelos de administración del territorio en áreas que son afectadas por fenómenos como deslizamientos (Figura 19). Así se definen algunos elementos importantes para este fin:

- **Personas y vulnerabilidad:** debido al crecimiento poblacional más personas están sujetas a ser afectadas por la inseguridad en la tenencia de la tierra debido a factores como los desastres naturales y que se ve más acentuado en zonas donde la tenencia de la tierra se da de manera informal.



**Figura 20**

*El modelo LADM, sus paquetes y subpaquetes con sus respectivas entidades o clases.*



*Nota.* El modelo es presentado en (ISO, 2012)

Una vez realizado el análisis de la vulnerabilidad física de los predios, se integraron los resultados obtenidos a la información catastral mediante el software QGIS. De ese modo, para determinar la relación entre el catastro del cantón Chunchi con la norma ISO 19152:2012 se analizó la información existente en la tabla de atributos del catastro urbano y rural de los predios que se encuentran dentro de la zona de estudio, con las principales entidades encontradas en esta norma.

Las clases o entidades de cada paquete deben relacionarse con los atributos dados por el catastro, la información temática y el marco legal local o nacional, para consecuentemente establecer una correspondencia entre el propietario y los derechos, responsabilidades y restricciones utilizando como eje central una unidad espacial básica, que en este caso es el predio (Campaña & Ordoñez, 2022).

**Paquete de Partes o interesados (Party)**

Es el paquete que sirve para establecer la correspondencia entre los propietarios y los derechos, restricciones y responsabilidades. El paquete de partes contiene atributos exclusivos del o los propietarios y está conformado por varias entidades; entre las más importantes están LA\_Party, LA\_Group Party y LA\_Party Member (ISO, 2012).

**LA\_Party**

Es la clase o entidad que se relaciona con la información básica de los propietarios, que a su vez pueden ser personas, organizaciones o instituciones que poseen la tenencia sobre el predio. Esta información puede componerse de nombres, apellidos, cédula de identidad, fecha de nacimiento, género o tipo de persona. De esta manera los atributos que se encuentran en el catastro urbano y rural utilizados para esta entidad fueron Apellido, Nombre y Número de cédula de identidad.

**LA\_Group Party**

Se la utiliza cuando es necesario crear una relación entre varios propietarios y una misma unidad espacial (predio). En este caso no fue tomada en cuenta para el modelo.

**Paquete de Unidad Espacial (Spatial Unit)**

Es el paquete con el cual el modelo establece a los predios como unidades administrativas exclusivas sobre las cuales se ejercen los derechos, responsabilidades y restricciones. De igual manera, está conformado por diferentes clases; y entre las más importantes están LA\_SpatialUnit, LA\_SpatialUnitGroup y LA\_LegalSpaceBuildingUnit (ISO, 2012).

**LA\_SpatialUnit**

Es la clase principal dentro de este paquete y se relaciona con una unidad administrativa. Puede relacionarse con la información física u otras características del predio. De ese modo se establecieron los siguientes atributos para la clase como Número de predio, Cantón, Sector, Dirección, Área del predio y construcción, Avalúo del terreno, construcción y total.

### LA\_SpatialUnitGroup

Como su nombre lo menciona tiene relación con una agrupación de unidades espaciales que pueden compartir uno o más atributos. En este caso existen identificadores o claves de los predios de manera codificada que permiten establecer una relación, como por ejemplo la clave catastral única para cada predio tanto en el catastro urbano y rural.

### LA\_LegalSpaceBuildingUnit

Se refiere a una unidad de construcción con espacio legal, que no necesariamente coincide con el espacio físico de un edificio.

## **Paquete Administrativo (Administrative)**

El paquete administrativo permite asociar a los predios con la tenencia de la propiedad tomando en cuenta la base legal existente, tanto como pueden ser los derechos y responsabilidades de las personas sobre su predio o las restricciones sobre el mismo. Las clases o entidades básicas de este paquete son LA\_RRR y LA\_BAUnit, siendo la primera una generalización de LA\_Right, LA\_Restriction y LA\_Responsability (ISO, 2012).

Para la determinación de los derechos, responsabilidades y restricciones (RRR) que deben tener los propietarios y los predios que se encuentran dentro de áreas vulnerables a deslizamientos; se debe tomar en cuenta que en el caso de un derecho o responsabilidad estos se pueden relacionar con una persona y una unidad administrativa (predio). Por otro lado, si es una restricción o responsabilidad, esta debe estar relacionada con una unidad espacial, pero no necesariamente a una persona.

### LA\_Right

Esta entidad hace referencia al conjunto de facultades que tienen las personas, en este caso los propietarios, para ejercer sobre su predio (Campaña & Ordoñez, 2022). Es decir, la tenencia de la tierra que tiene las personas, organizaciones o instituciones para administrarla o gestionarla. La legislación nacional o local es la base para los derechos de propiedad (ISO, 2012).

Para el caso de la zona de estudio y el modelo STDM se identificaron los siguientes de derechos:

#### Derechos de tenencia

En el artículo 321 de la Constitución se hace referencia al derecho de tenencia social, el mismo establece que el Estado debe reconocer y garantizar el derecho a la propiedad en todas sus formas: pública, privada, comunitaria, estatal, asociativa, cooperativa o mixta, al igual que desempeñar sus funciones sociales y ambientales.

#### Derechos de uso

El estudio del uso de suelo busca el ordenamiento y planificación de las actividades del territorio y con ello, determinar los derechos de uso. Para la zona de estudio se utiliza los usos de suelo especificado en sus respectivos Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y Planes de Uso de Gestión del Suelo (PUGS).

#### LA\_Responsability

Es la entidad que establece las responsabilidades de las personas o propietarios sobre un predio. Estas responsabilidades surgen a partir de las diferentes condiciones o características que tiene la unidad administrativa y son establecidas por la autoridad competente (Campaña & Ordoñez, 2022).

Las responsabilidades que posee la ciudadanía sobre una unidad del territorio deben ser cumplidas para generar un entorno adecuado para la convivencia. En ese sentido estas responsabilidades, también llamadas deberes u obligaciones, figuran en el artículo 38 de la Ordenanza que aprueba la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD de Chunchi, el mismo que menciona la obligación que tiene los propietarios de los predios de mantener el uso de suelo asignado por la autoridad competente y mantener las condiciones de seguridad y salubridad.

#### LA\_Restriction

Esta clase contiene las restricciones que están generalmente relacionadas con la unidad espacial, definiendo a estas como ciertas limitaciones o condiciones para hacer algo.

Se las utiliza para identificar el uso y tratamiento de suelo que se les puede dar. Al estar relacionadas con la “tierra” esto les otorga una validez a pesar de que el derecho a la tierra se transfiera, es decir, pase de un propietario a otro (ISO, 2012).

Para el presente modelo de la zona de estudio se determinó las siguientes restricciones:

#### Restricción de zonas vulnerables

Tal es el caso de las áreas o zonas con predios que presentan una vulnerabilidad físico estructural frente a deslizamientos, las mismas que deben tener un tratamiento especial para de ese modo proteger a la ciudadanía de cualquier consecuencia generada por la ausencia de estas restricciones.

Del mismo modo, en el artículo 9 de la Ordenanza que regula las urbanizaciones, lotizaciones, subdivisiones y fraccionamientos de predios urbanos y rurales del GAD de Chunchi, se establece la prohibición a la división, parcelación o fraccionamiento de las áreas protegidas, áreas de inundación y zonas de riesgo.

#### LA\_BAUnit

La entidad LA\_BAUnit hace referencia a las unidades administrativa básicas que son varias unidades espaciales bajo el mismo derecho pertenecientes a una persona (ISO, 2012).

Los tres paquetes macros y sus respectivas clases dentro del diseño del LADM fueron definidos y relacionados con base a la información catastral urbana y rural, información de vulnerabilidad física a deslizamientos y de peligro de deslizamientos como se muestra a continuación en la Tabla 8:

### **Tabla 8**

*Paquetes y clases del modelo relacionados con los respectivos atributos de la tabla de la cobertura shapefile.*

Paquetes	Clases	Atributos		
Party	LA_Party	Apellidos		
		Nombre		
		Cédula/RUC		
Spatial Unit	LA_SpatialUnitGroup	Clave catastral		
	LA_SpatialUnit	Número de predio		
		Cantón	Chunchi	
		Sector		
		Dirección		
		Área predio		
		Área construcción		
		Avalúo terreno		
		Avalúo construcción		
		Avalúo total		
		Clasificación del suelo	Urbano	Rural
	LA_LegalSpaceBuilding Unit	Presencia (o no) de construcción		
	Administrative	LA_BAUnit	Unidad administrativa básica	
LA_Right		Tipo de tenencia	Propietario	
LA_Restriction		Vulnerabilidad físico estructural	Sistema estructural	
			Material de paredes	
			Número de pisos	
			Estado de conservación	
			Año de construcción	
			Topografía del sitio	
		Peligro deslizamientos		
LA_Responsibility	Recomendaciones al peligro y a la vulnerabilidad física			

### Integración de la información en el STDM

El uso del STDM tiene como finalidad integrar el catastro urbano y rural con información de vulnerabilidad física y peligro de deslizamientos de la misma zona, y a su vez, poder registrar toda esta información con su respectiva valoración y las recomendaciones para tratarlo. Con ello se puede administrar y gestionar de forma adecuada la información de manera que pueda ponerse en disposición de las autoridades, gobiernos, partes o interesados (Ushiña, 2019). El complemento STDM permite una administración de datos catastrales por medio del diseño y almacenamiento de tablas y datos externos como lo son las bases de información catastral.

Una vez definidos todos los atributos que van a formar parte del modelo de administración de tenencia del territorio, se precedió a utilizar el complemento STDM del

software libre QGIS. Para ello, es importante la creación de clases o entidades que permitan acoger todos estos atributos que vendrían a ser los elementos de cada entidad, los mismos que servirán para la ejecución del modelo. En este caso, es necesario establecer un identificador único, como un elemento en común en cada una de las clases que servirá para enlazar y establecer las diferentes relaciones, en este caso fue la clave catastral. Las diferentes clases con sus respectivos elementos se detallan en la Tabla 9 a continuación:

**Tabla 9**

*Clases creadas con sus respectivas descripciones incorporadas al modelo.*

Clases		Elementos	
<b>Persona</b>	Persona u organización que desempeña un rol en los derechos de transacción.	Clave catastral	Número de identificación único del predio.
		Cédula RUC	Número de identificación único del propietario.
		Apellidos	Apellidos del propietario.
		Nombres	Nombres del propietario.
		Tipo de tenencia	Tipo de tenencia del propietario (legal, ilegal, administrativa).
<b>Predio</b>	Área simple o múltiple de tierra.	Clave catastral	Número de identificación único del predio.
		Número de predio	Número de designado para identificar el predio.
		Cantón	Unidad administrativa definida por el cantón al que pertenece el predio.
		Sector	Sector (determinado por el PUGS para urbano y por SIGTIERRAS para rural) en el que se ubica el predio.
		Dirección	Ubicación de las calles principales y secundarias donde se encuentra el predio.
		Área de predio	Área del predio calculada en base al polígono graficado.
		Área de construcción	Área de la construcción determinada por la emisión predial del año 2019 realizada por el GAD cantonal de Chunchi.
		Avalúo de terreno	Valor económico determinado para el terreno en base al valor del metro cuadrado para el cantón.
		Avalúo de construcción	Valor económico determinado para las construcciones en base a su infraestructura, materiales y adicionales constructivos.
		Avalúo total	Valor económico determinado para el predio tomando en cuenta el valor del terreno y de la construcción (en caso de tenerla).
		Clasificación	Clasificación principal del suelo según el PUGS.
<b>Vulnerabilidad físico estructural</b>	Asociada con el material, su calidad y el tipo de estructura que tienen las infraestructuras, y a su vez con sus deficiencias para asimilar el impacto de los deslizamientos.	Predio	Representación gráfica a escala del predio, mediante polígonos y multipolígonos.
		Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación.
		Indicador de sistema estructural	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Sistema estructural
		Material de pared	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación.
		Indicador de material de pared	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Material de pared.
		Número de pisos	La altura incide en el comportamiento de algunas amenazas.
Indicador de número de pisos	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Número de pisos.		

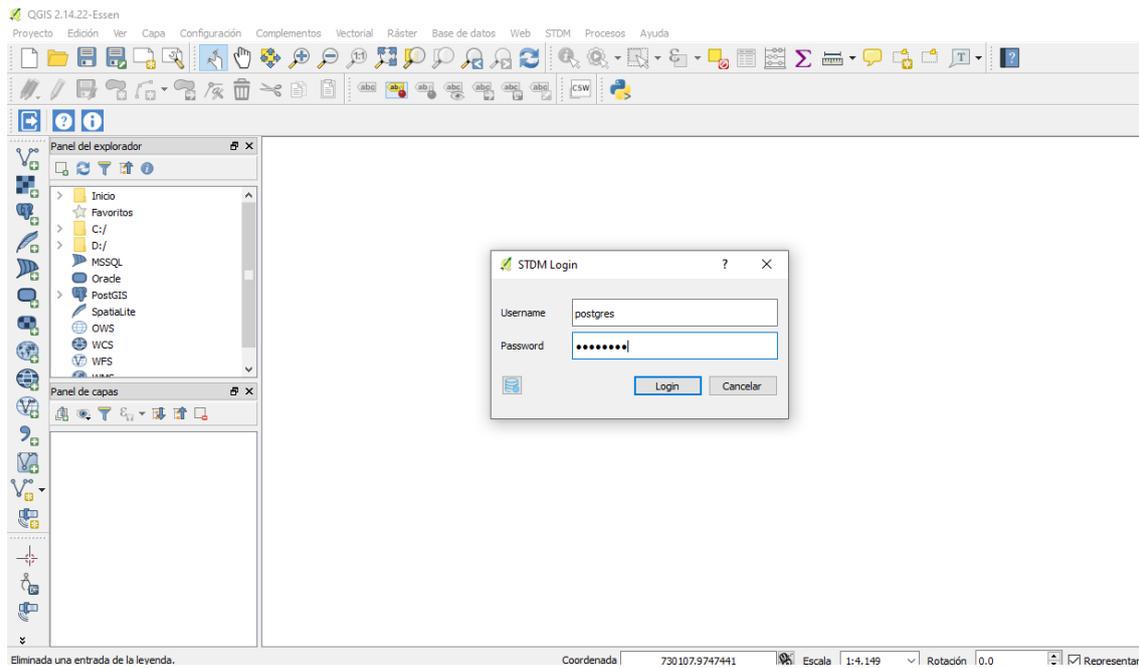
		Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación.
		Indicador estado de conservación	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Estado de conservación.
		Año de construcción	La edad y brinda una idea de la posible aplicación de criterios de defensa contra la amenaza.
		Indicador de año de construcción	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Año de construcción.
		Topografía del sitio	Indica posibles debilidades a partir de la forma de la superficie de la tierra.
		Indicador de topografía del sitio	Indicador numérico de vulnerabilidad para la variable Topografía del sitio.
		Índice de vulnerabilidad	Suma ponderada del valor de cada variable, dependiendo del grado de importancia que estas tengan dentro del comportamiento global de la edificación.
		Vulnerabilidad física	Semaforización del índice de vulnerabilidad física.
		Clave catastral	Número de identificación único del predio.
<b>Peligro</b>	Zonas de peligro por deslizamientos basados en un Modelo de Regresión Logística.	Índice de peligro de deslizamientos	Índice de peligro de deslizamiento obtenido del modelo de Regresión Logística.
		Peligro de deslizamientos	Semaforización del índice de peligro de deslizamiento.
		Clave catastral	Número de identificación único del predio.

### Configuración del STDM

Para iniciar con el proceso del Modelo de Administración de Tenencia del Territorio se realizó la descarga del plugin STDM en el software QGIS, considerando que se requiere una cuenta en el software PostgreSQL en virtud de que el espacio de trabajo del STDM opera con un gestor de base de datos. De esta forma con el mismo usuario y contraseña creados al momento de la descarga, se ingresa a la interfaz principal del completo (Figura 21).

### Figura 21

*Ingreso al plugin STDM en el sistema de información geográfica QGIS.*



En la interfaz de inicio existe la herramienta de Configuración de Perfil donde se pueden encontrar distintas configuraciones para adaptarse a los datos recopilados. El STDM ofrece tres perfiles distintos que vienen por defecto: asentamientos informales, gobiernos locales y perfiles agro-rurales; cualquiera de estos perfiles se puede seleccionar dependiendo del contexto y de la información que se tenga. En este caso se creó un nuevo perfil con nombre “PREDIOS\_CHUNCHI” en el cual se especificaron las diferentes clases o entidades mencionadas anteriormente con su respectiva descripción (Figura 22), las mismas con las cuales se relaciona a los paquetes del modelo LADM - ISO 19152:2012.

### **Figura 22**

*Configuración de un perfil y la creación de sus respectivas entidades.*

 Configuration Wizard — □ ×

**Profile**  
Manage profile and related entities. A profile represents a collection of logically related entities, some of which represent the party and spatial unit. Examples of profiles include individual, household, neighbourhood or even city-wide profiles.

**Profile**

Nombre:  + New profile Copy profile Delete profile

Description:

**Profile entities**

+ ✎ 🗑

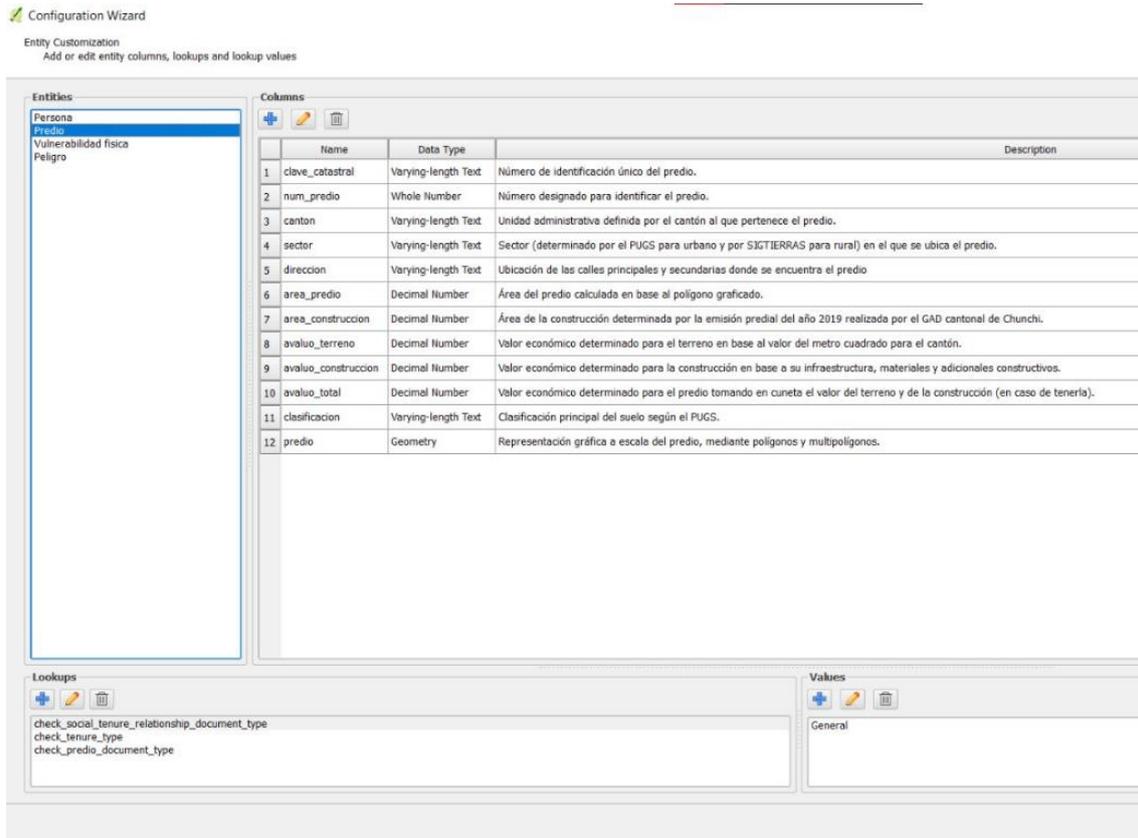
	Name	Description
1	Persona	Persona u organización que desempeña un rol en los derechos de transacción.
2	Predio	Área simple o múltiple de tierra.
3	Vulnerabilida...	Asociada con el material, su calidad y el tipo de estructura que tienen las infraestructuras, y a su...
4	Peligro	Zonas de peligros por deslizamientos basados en un Modelo de Regresión Logística.

Options ▾ < Anterior Siguiente > Cancelar Ayuda

Las clases principales son: la “Persona” que contiene la información necesaria para saber el quien ejerce la tenencia sobre la parcela y su relación, el “Predio” el cual almacena su representación gráfica, información geométrica y catastral. Junto a estas entidades se añadió la clase de “Vulnerabilidad Física” la cual contiene información de la vulnerabilidad física a deslizamientos y sus respectivas valoraciones, y por último se añadió “Peligro” en la cual se encuentra lo referente al peligro a deslizamientos. Por consiguiente, una vez creadas las clases, se procedió a añadir los elementos de cada clase también llamados por el software Columnas (Tabla 8). Cabe mencionar que para cada columna se tiene que especificar el nombre, el tipo de dato, sus dimensiones y una descripción (Figura 23).

### Figura 23

*Creación de las columnas o elementos de la clase Predio.*

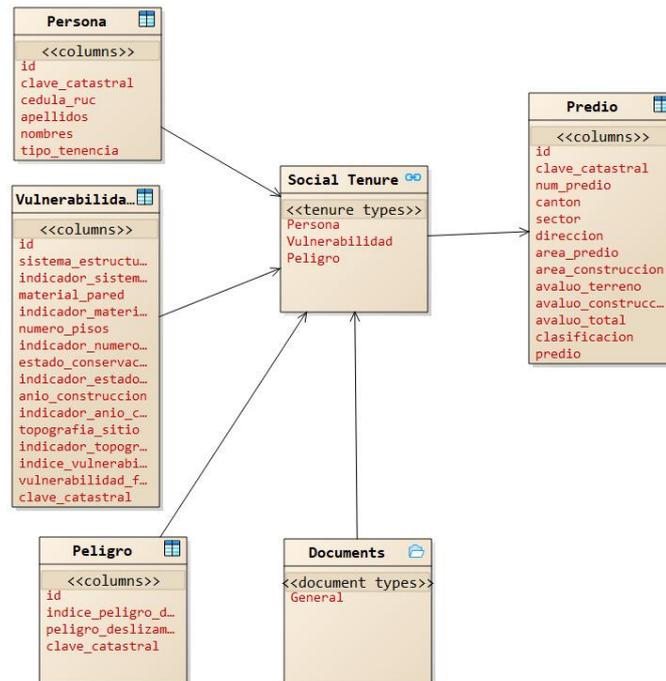


*Nota.* En la clase de Predio es necesario crear una columna que contenga la geometría de los predios que se van a utilizar, para lo cual se selecciona tipo de dato “Geometry”.

Posterior a la definición de todas las clases con sus respectivas columnas, tipos de dato y propiedades, el programa muestra una representación gráfica general del perfil creado, donde se observa las relaciones entre las distintas entidades en función de la tenencia social “Social Tenure” tal y como se observa en la Figura 24.

### Figura 24

*Representación del perfil creado con sus entidades y elementos.*



En el caso de los documentos de respaldo, el programa crea por defecto una nueva entidad llamada “Documents” que permite almacenar fotografías y varios tipos de documentos de soporte como informes, ordenanzas, planos, escrituras, etc. Estos se pueden escanear e importar al sistema y de ese modo están vinculados con los propietarios y sus relaciones individuales de tenencia.

Posteriormente, se ejecuta el perfil en el programa y este realiza todas las relaciones entre las distintas entidades creadas, de igual manera crea las tablas necesarias en el software PostgreSQL-pgAdmin para el desarrollo del modelo y almacenamiento de la información. Esto a su vez permite que todas las configuraciones del nuevo perfil creadas hasta el momento se guarden en el STDM de forma permanente hasta que se lo requiera. A continuación de haber generado el perfil se importaron todos los datos, en formato tipo (.csv) para la información alfanumérica y en formato (.shp) para la información gráfica relacionada con la entidad predio (Figura 25).

### Figura 25

*Importar los datos tipo texto y espacial al STDM*

Import to STDM ? X

Source Data  
Specify the location of the source file and representative data type.

Source:

Dataset

Destination Repository Type:

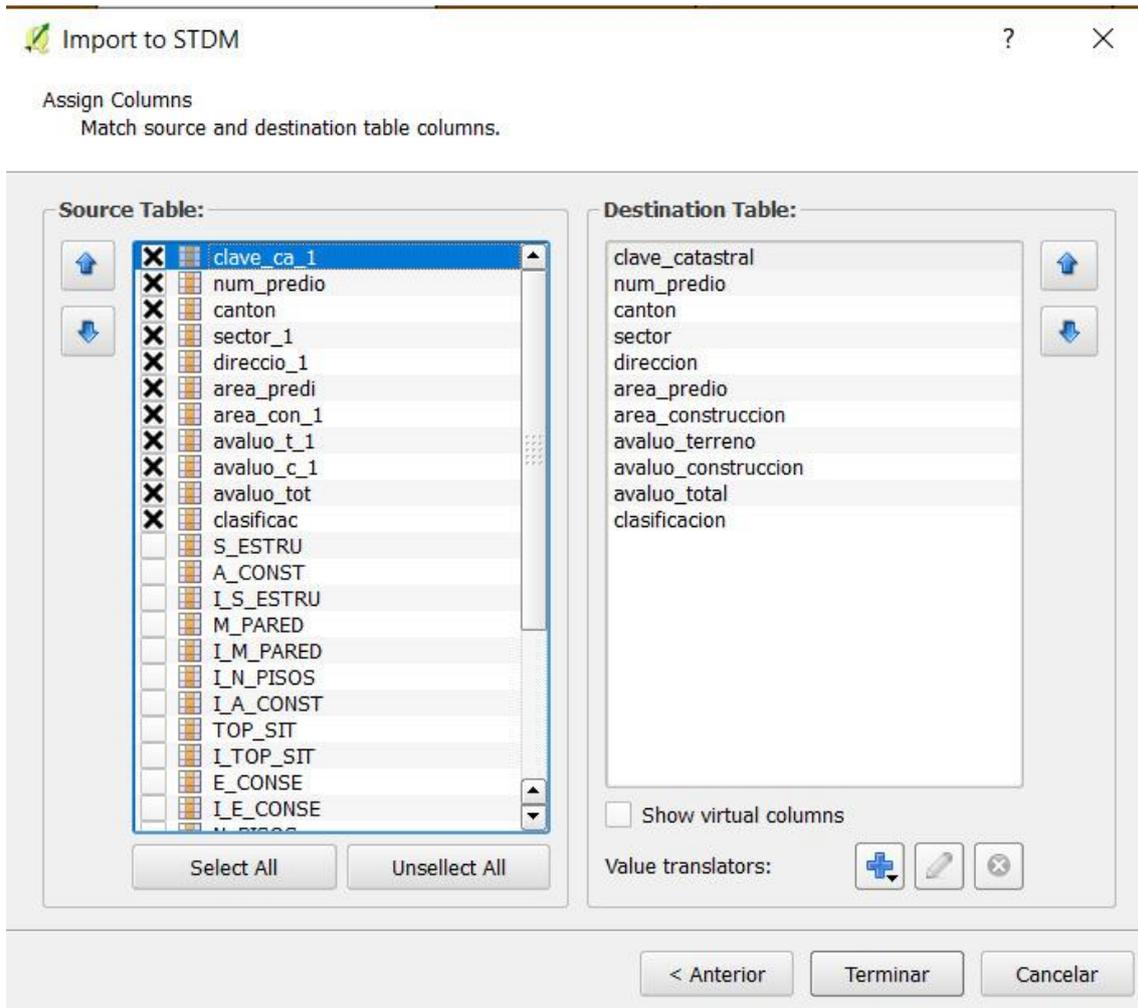
Textual Data  Spatial Data

< Anterior Siguiete > Cancelar

Una vez seleccionados los datos que van hacer importados, el siguiente paso es la asignación de columnas en donde se debe seleccionar las tablas fuente y de destino, tal como se observa en la Figura 26. Es importante resaltar que, el orden de la información del formato (.csv), debe ser igual al de la entidad correspondiente creada previamente.

### Figura 26

*Elección de tablas fuente y destino con el mismo orden.*



Después de que ya se ha integrado toda la información requerida al STDM, el siguiente paso fue la definición de las relaciones de tenencia social con cada una de las entidades almacenadas y para ello se utilizó la herramienta “New Social Tenure Relationship”. En dicha herramienta se observa las opciones: “Party” donde se selecciona los datos de la entidad Persona, “Spacial Unit” para definir el predio relacionado con la persona, “Tenure Information” para los datos de Vulnerabilidad física y Peligro de deslizamientos, y “Supporting Documents” en donde se carga la información de respaldo que, para el presente caso, se subieron las fotografías de las fachadas de los predios, tal como se observa en la Figura 27. Hay que considerar que este proceso se lo realiza con cada uno de los 652 predios de la zona de estudio, debido a que relaciona la unidad espacial (predio) con la persona, vulnerabilidad física y peligro.

**Figura 27**

*Definición de las relaciones de tenencia social.*

Select the party by searching through the existing record.

Select a party entity: Persona

	Clave Catastral	Cedula Ruc	Apellidos	Nombres	Tipo Tenencia
1	060550010210011000	0600209647	DEIDAN LEON	PEDRO NEPTALI	propietario

Guardar Cancelar

*Nota.* Se debe especificar el tipo de tenencia y su porcentaje (100%).

Una vez realizado esto se completa la generación del modelo de administración del territorio con información sobre vulnerabilidad física a deslizamientos de los predios de estudio.

### **Determinación de las recomendaciones por la vulnerabilidad físico estructural y de peligro de deslizamientos existente**

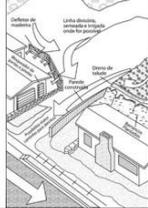
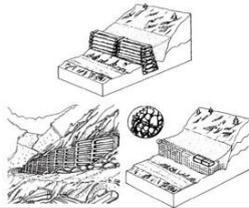
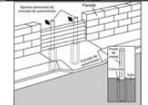
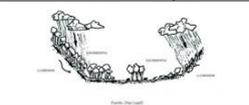
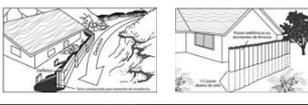
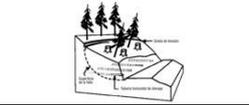
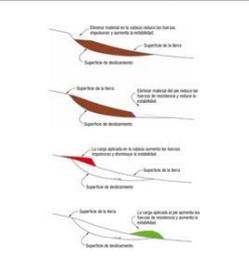
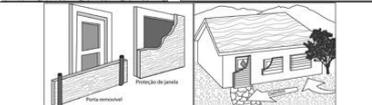
Sabiendo que para poder brindar recomendaciones factibles y eficientes en cuanto al tratamiento de la vulnerabilidad que se presenta a nivel predial, se necesita de criterios técnicos, por lo que la base para un acercamiento a esto será el basarse en manuales y documentos especializados hechos por algunas instituciones ya sea de nivel nacional o internacional.

En cuanto a las recomendaciones centradas en una prevención y en realizar correcciones a escalas más grandes que el nivel predial se utilizó el *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes*, desarrollado por el Servicio Geológico de

Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) (Highland & Bobrowsky, 2008), en el que se presentan conceptos y enfoques para la mitigación mediante estabilización del suelo, reducción y fortalecimiento de pendientes, rellenos, aplanamientos, refuerzos, técnicas de drenaje, entre otros; además de la construcción de estructuras como muros y diques de contención. De esta manera se crea una tabla en la que se detallan las acciones recomendadas para cada nivel de vulnerabilidad que pueda presentar cada predio, además se considera que la recomendación usada para los niveles más altos puede considerarse efectiva para los niveles más bajos (Figura 28).

**Figura 28.**

*Tabla creada con las recomendaciones consideradas para la vulnerabilidad física de construcciones frente a deslizamientos.*

RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN		RECOMENDACIONES PARA EL TERRENO		ZONAS DE VULNERABILIDAD	
Construcción de estructuras de protección como muros y cercas de deflexión.		Construcción de muros de contención como armazones de madera, cajones de acero, gaviones.			MUY ALTA
Construcción de barreras de camino desmontable de madera, utilizando concreto para la base en el suelo y postes de metal que se puedan quitar.		Estabilización de pendientes mediante el uso de vegetación.			ALTA
Construcción de deflectores de madera. Construcción de secciones de postes de madera.		Construcción de tuberías de drenaje horizontales para bajar los niveles de agua contenidos en el suelo.			
Colocación de sacos de arena para desviar los escombros de la dirección hacia las construcciones.		Reducción de la altura de la pendiente de un banco cortado para reducir la fuerza impulsora en el plano de falla.			MEDIA
Protección de ventanas y puertas usando madera desmontable o contrachapada.			BAJA		

*Nota.* Las recomendaciones fueron tomadas de distintos apartados presentados en el manual del USGS (Highland & Bobrowsky, 2008)

Se considera también la existencia de áreas sin ocupación, especialmente en zonas rurales. Para esto se utilizó el documento *Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos, de las Edificaciones en Centros Urbanos*, desarrollado

por el Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) (Lozano, 2008), en el que se presentan recomendaciones y a la vez restricciones para áreas sin ocupación en la misma escala en la que se realiza el análisis de vulnerabilidad como se presenta en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Recomendaciones para áreas sin ocupación*

RECOMENDACIONES PARA ÁREAS SIN OCUPACIÓN		
Prohibido su uso con fines de expansión urbana Se recomienda utilizarlos como zonas recreativas, etc.	MUY ALTO	
Pueden ser empleados para expansión urbana de baja densidad, sin permitir la construcción de equipamientos urbanos importantes Se deben emplear materiales y sistemas constructivos adecuados.	ALTO	
Suelos aptos para expansión urbana	MEDIO	
Suelos ideales para expansión urbana y localización de equipamientos urbanos importantes	BAJO	

*Nota.* Las recomendaciones fueron tomadas de lo dispuesto en la Metodología del PREDES por (Lozano, 2008)

**Diseño de la ficha catastral**

La herramienta del STDM llamada "Document Designer" permite la generación de informes o documentos, de tal manera que se presentan diferentes relaciones de tenencia de propietarios individuales. Esto facilita la obtención de información a nivel predial para las diferentes personas o instituciones interesadas, y de ese modo consultar información acerca de la vulnerabilidad física de los predios o información netamente catastral.

La plantilla de ficha fue diseñada con base en la ficha catastral del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en la cual se incluyó adicionalmente la información referente a la vulnerabilidad física a deslizamientos, peligro a deslizamientos y recomendaciones. La ficha catastral creada se conforma de ocho partes que son: (1) datos del propietario, (2) datos del predio, (3) datos del lote global, (4) avalúo catastral, (5) mapa de ubicación, (6) vulnerabilidad física del predio frente a deslizamientos, (7) índice de vulnerabilidad física, (8)

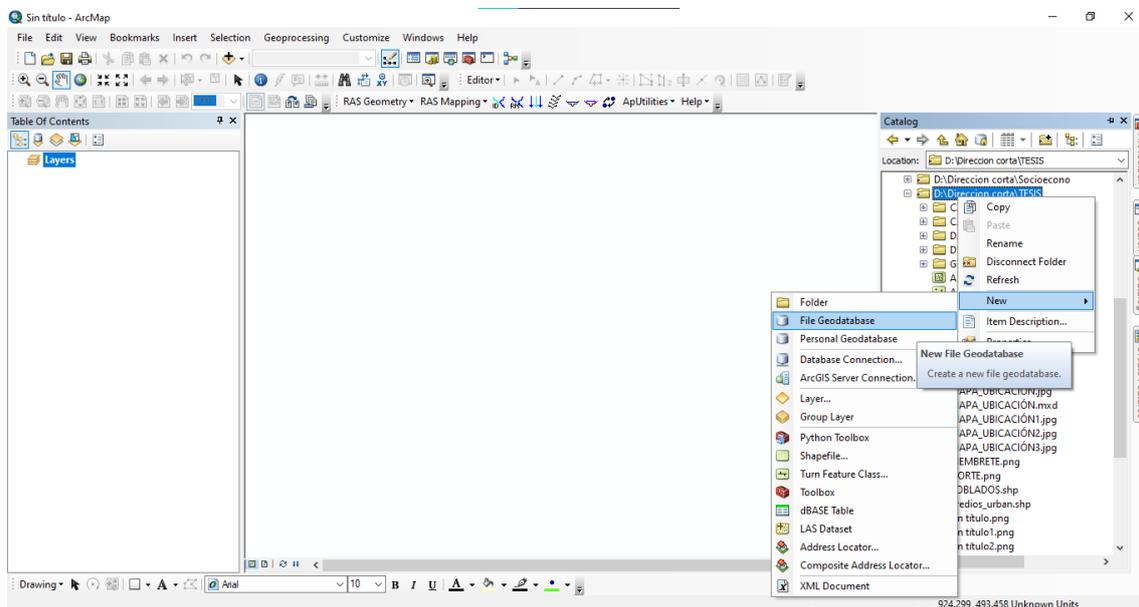


numerosas fuentes de datos SIG. Esta información se organiza en grupos que se llaman Feature Class con un mismo sistema de coordenadas. Este formato de almacenamiento utiliza principalmente un sistema de administración de bases de datos o DataBase Management System (DBMS, por sus siglas en inglés) (Serrano & Temes, 2015); (Quinga & Tibán, 2020).

En el presente estudio se creó una geodatabase para la gestión de la información y los resultados, con las coberturas obtenidas a partir del procesamiento de la vulnerabilidad física a deslizamientos y la información catastral empleada en el complemento STDM. En este caso, se utilizó el software ArcGIS para la creación de la geodatabase mediante una de sus aplicaciones que es ArcCatalog, dentro de la cual se encuentra la opción crear un “File Geodatabase”. Esta opción permite crear un archivo con extensión (.gdb) en el cual se almacena las diferentes coberturas obtenidas, tal y como se observa en la Figura 30.

### Figura 30

*Creación de una Geodatabase desde ArcCatalog.*

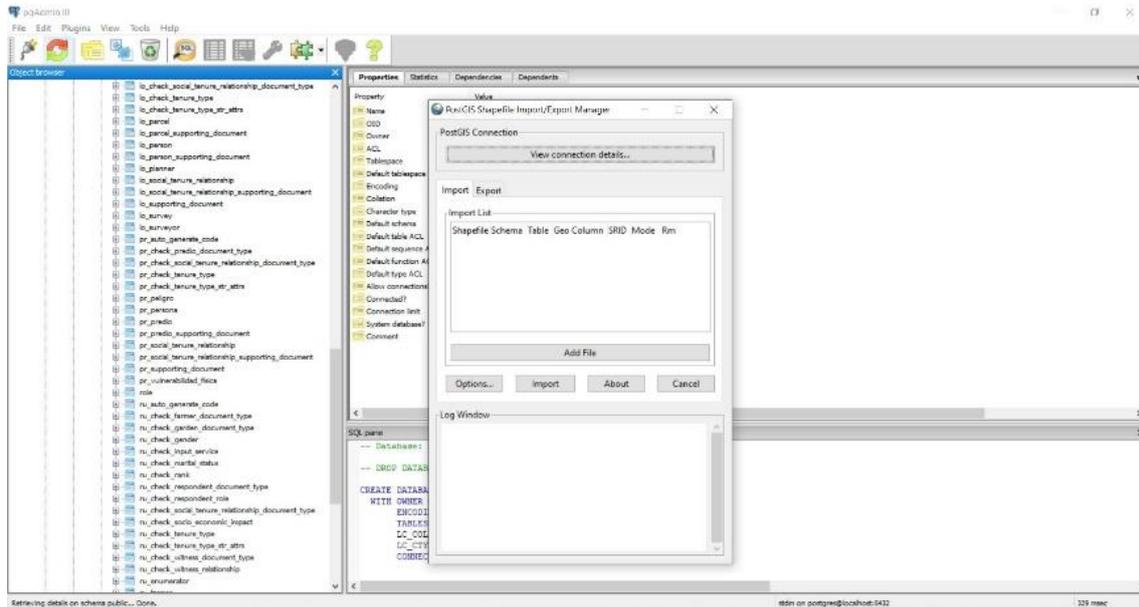


Por otro lado, con el fin de poder utilizar, almacenar y guardar todos los datos, la información y las relaciones establecidas en el modelo STDM en un nueva geodatabase, se exportaron las tablas creadas por el software al momento de ejecutar el modelo, las mismas que se encuentran y son gestionadas por el sistema de administración de bases de datos

PostgreSQL mediante su administrador pgAdmin con la ayuda de la herramienta “PostGIS Shapefile Import/Export Manager” (Figura 31).

**Figura 31**

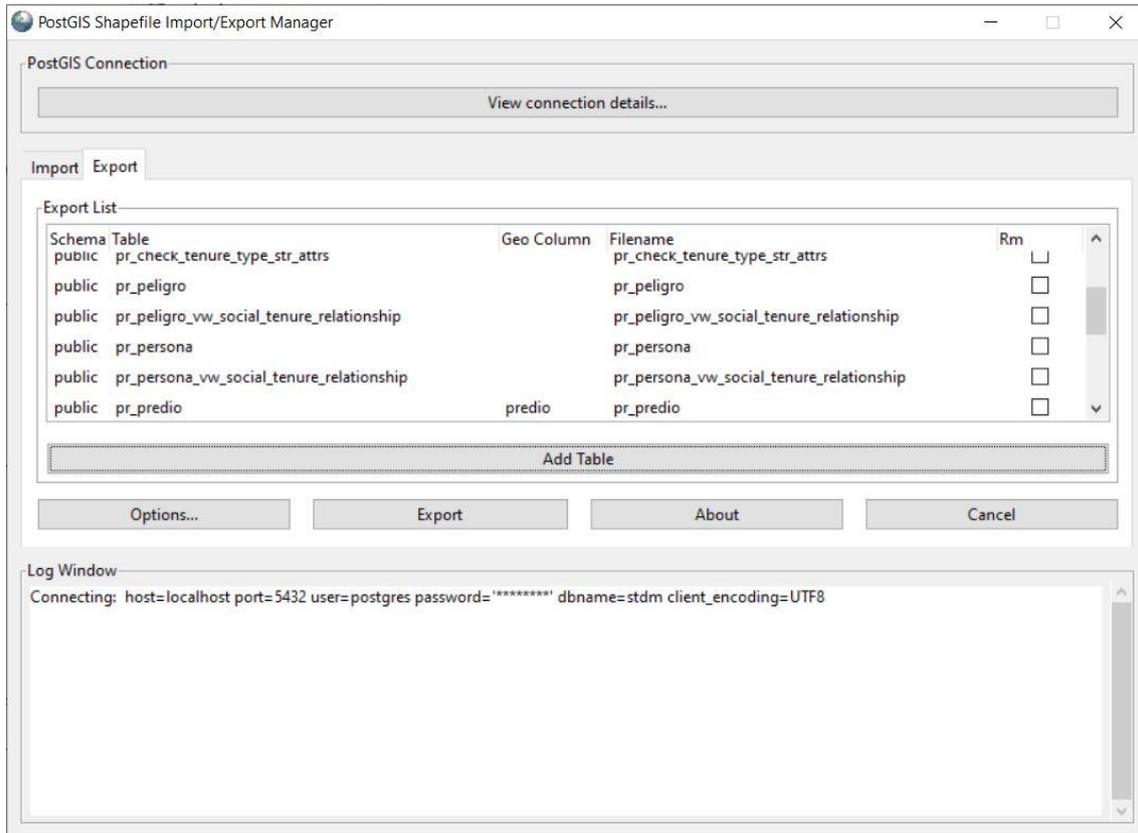
*Herramienta PostGIS Shapefile Import/Export Manager de pgAdmin*



En esta herramienta se deben colocar las tablas que contengan la información de interés a exportar (Figura 32), tomando en cuenta que sea aquella del perfil creado y que se pueden diferenciar por las letras con las que comienzan el nombre de las tablas. Se debe tomar en cuenta también que dependiendo los requerimientos es necesario hacer visibles a las tablas que contengan información que no sea de tipo geográfica.

**Figura 32**

*Adición de las tablas creadas por el complemento STDM.*



Realizada la exportación, la información geográfica se encontrará en formato .shp con sus respectivos archivos de sistema de referencia, tabla de atributos y demás. La información alfanumérica estará en formato .dbf y en cualquier software GIS se los visualizará como una tabla de atributos.

## Capítulo IV

### Resultados

#### Fichas de levantamiento de información de las construcciones

Una vez realizada la visita in situ a la parroquia Churchi en la zona donde se encuentran los predios determinados para el presente estudio, se obtuvo la información necesaria para realizar el análisis de vulnerabilidad física. Como se observa en la Figura 33; cada una de las hojas cuenta con 4 fichas en las que colocaron: la clave primaria del predio, determinada por su clave catastral y la información de ubicación del predio por la dirección que formaba parte del catastro y un croquis que permitía situar el predio de manera visual para evitar confusiones al momento de incluir esta información a la base catastral.

**Figura 33**

*Ficha llena con información de las construcciones*

The figure displays four identical forms, each representing a construction record. Each form is filled out with handwritten data and includes a small sketch of a building.

**Form 1 (Top):**

- Clave catastral: 46D55001041 0002000
- Dirección: Manuel Pinos y Bermeo Vallejo
- Variables físicas estructurales de las construcciones:
 

Sistema estructural	Material en paredes	Número de pisos	Estado de conservación	Año de construcción	Topografía del sitio
Envolvente exterior	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Estructura interna	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de fachada	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano

**Form 2:**

- Clave catastral: 1041102000
- Dirección: S/N y Bermeo Vallejo-Manuel Pinos
- Variables físicas estructurales de las construcciones:
 

Sistema estructural	Material en paredes	Número de pisos	Estado de conservación	Año de construcción	Topografía del sitio
Envolvente exterior	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Estructura interna	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de fachada	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano

**Form 3:**

- Clave catastral: 1041102000
- Dirección: S/N y Bermeo Vallejo-Manuel Pinos
- Variables físicas estructurales de las construcciones:
 

Sistema estructural	Material en paredes	Número de pisos	Estado de conservación	Año de construcción	Topografía del sitio
Envolvente exterior	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Estructura interna	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de fachada	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano

**Form 4 (Bottom):**

- Clave catastral: 1041101000 Actualizado
- Dirección: S/N y Bermeo Vallejo-Manuel Pinos
- Variables físicas estructurales de las construcciones:
 

Sistema estructural	Material en paredes	Número de pisos	Estado de conservación	Año de construcción	Topografía del sitio
Envolvente exterior	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Estructura interna	Ladrillo	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de fachada	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano
Elementos de cerramiento	Albido	1	Buena	1980-1989	Área, terreno plano

Cada uno de los ítems de las fichas fueron marcados con una X a medida que se iba realizando la consulta a los propietarios o realizando la observación de las construcciones. Cabe recalcar de igual manera que para el caso de aquellas construcciones en las que había más de un tipo de material para la conformación de la construcción, se tomaba en cuenta aquella que fuera predominante dentro de la misma.

### Conformación de la tabla de entidades y atributos

Contando con la información tanto catastral que fue provista por el GADM del cantón Chunchi, la información de peligro de deslizamiento del modelo de regresión logística de (Cabascango & Iguago, 2022), y la información físico estructural de las construcciones presentes en el área de estudio; se procedió a añadir la información de vulnerabilidad y peligro a las tablas que contenían la información catastral (Figura 34).

**Figura 34**

*Tablas de atributos de los predios rurales y urbanos*

**PREDIOS\_URB\_V\_P\_F - Objetos totales: 480, filtrados: 480, seleccionados: 0**

	clave_cata	tipo_predio	NUM_ID	APELLIDOS	NOMBRES	N_PISOS	S_ESTRU	L_S_ESTRU	M_PARED	L_M_PARED	L_N_PISOS	A_CONST	L_A_CONST	TOP_SIT	L_TOP_SIT	E_CONSE	L_E_CONSE	tipo_tenencia	num_pred	
1	06055001041...	URBANO	0601369770	YAUCAH CAS...	SEGUNDO	0		0		0	0	0	0		0			0	propietario	
2	06055001041...	URBANO	1724291610	DELGADO ME...	BLANCA YOLA...	0		0		0	0	0	0		0			0	propietario	
3	06055001041...	URBANO	0603225897	MUÑOZ	HILDA EDELINA	0		0		0	0	0	0		0			0	propietario	
4	06055001041...	URBANO	0105394323	CONDOR PILI	CLAUDIO EDG...	0		0		0	0	0	0		0			0	propietario	
5	06055001041...	URBANO	000000000078	ASOCIACION ...		1	Moda madera...		4	Bloque	3	4	1991-2020	1	Escarpe postl...	4	Regular	3	propietario	
6	06055001041...	URBANO	0602130478	CHIRIBOGA M...	MARJA ROSALIA	0		0		0	0	0	0		0			0	propietario	
7	06055001041...	URBANO	0604549725	LOPEZ PEREZ	LUISA OLGA	2	Moda madera...		4	Ladrillo	3	3	1981-1990	2	Escarpe postl...	4	Regular	3	propietario	
8	06055001041...	URBANO	0601533144	GUADALUPE E...	BENDAMINI	2	Moda madera...		4	Ladrillo	3	3	1981-1990	2	Escarpe postl...	4	Malo	4	propietario	

**PREDIOS\_RUR\_V\_P\_F - Objetos totales: 172, filtrados: 172, seleccionados: 0**

	clave_ca_1	clasificac	cedula_r_1	apellido_1	nombres_1	S_ESTRU	L_S_ESTRU	M_PARED	L_M_PARED	L_N_PISOS	A_CONST	L_A_CONST	TOP_SIT	L_TOP_SIT	E_CONSE	L_E_CONSE	N_PISOS	tipo_tenencia	num_pred	
1	0605500050056	RURAL	0900683384	SANTACRUZ B...	CELSO LEONA...	Moda metálic...		4	Bloque	3	4	1991-2020	1	Escarpe postl...	4	Bueno	1	1	propietario	
2	0605500050093	RURAL	0600284218	GONZALEZ	JOSE NUMBER...			0		0	0	0		0			0	0	propietario	
3	0605500050146	RURAL		HEREDEROS ...	ABELARDO	Hormigón ar...		3	Bloque	3	4	1991-2020	1	Escarpe postl...	4	Aceptable	2	1	propietario	
4	0605500050150	RURAL	1711445815	PAREDES PDA	MANUEL GER...	Estructura de ...		4	Ladrillo	3	4	1991-2020	1	Escarpe postl...	4	Aceptable	2	1	propietario	
5	0605500050151	RURAL	1711445815	PAREDES PDA	MANUEL GER...			0		0	0	0		0			0	0	propietario	
6	0605500050152	RURAL	0603091331	FULLI TENESACA	SEGUNDO GE...			0		0	0	0		0			0	0	propietario	
7	0605500050154	RURAL	0600207583	SALDAÑA SAL...	HEREDEROS ...			0		0	0	0		0			0	0	propietario	
8	0605500050155	RURAL	0600206687	ZROVO PADE...	SEGUNDO ARL...			0		0	0	0		0			0	0	propietario	

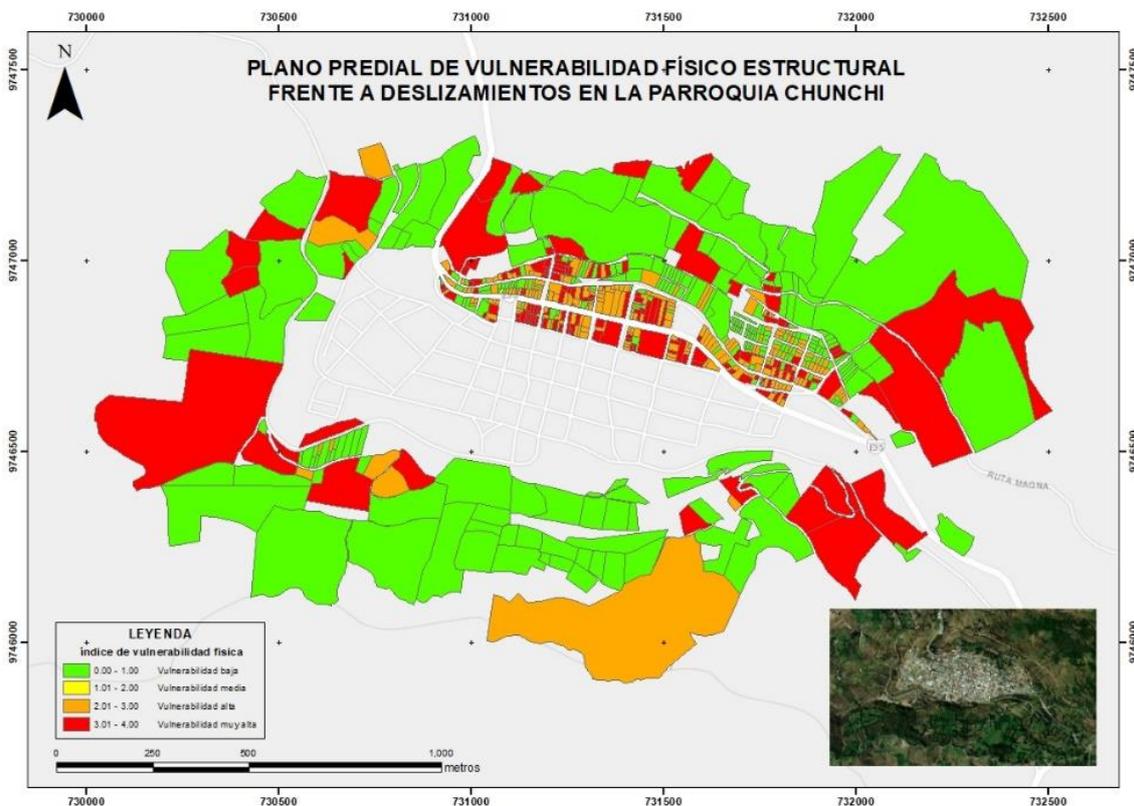
Con esto fue posible la visualización espacial del comportamiento que tenían las variables levantadas una vez asignadas a su respectivo predio y que permitirían su posterior representación visual. Así mismo al incluir la información en las tablas, a cada una de las variables se le dio el valor numérico para su indicador, tal como se especificó en la Tabla 5. Cabe recalcar que aquellas filas en las cuales no existe información o se encuentran con valores de 0, pertenecen a los predios que no contaban con construcciones.

## Índice de vulnerabilidad físico estructural y plano predial de vulnerabilidad físico estructural

Con los valores numéricos de los indicadores de las variables tomadas en cuenta para la determinación de la vulnerabilidad física de las construcciones fue posible realizar la suma ponderada de cada uno de los valores para obtener el índice de vulnerabilidad física para cada uno de los predios en análisis. El índice sirve para definir los predios en los cuales sus construcciones pueden ser afectadas por los deslizamientos. Para una mejor interpretación de este valor numérico se lo representó mediante un plano (Figura 35) en el que se realiza la correspondiente semaforización acorde a los valores numéricos que van de 1 (vulnerabilidad baja), 2 (vulnerabilidad media), 3 (vulnerabilidad alta) y 4 (vulnerabilidad muy alta).

**Figura 35**

*Plano de vulnerabilidad físico estructural*



Se puede observar que en los predios urbanos en su mayoría presentan un tipo de vulnerabilidad entre alta y muy alta, ya sea por las propias características físicas de las

construcciones o por la zona donde se encuentran ubicados, esto tomando en cuenta que la variable topografía del sitio es la variable que mayor ponderación tiene para la obtención del índice de vulnerabilidad física. Para el caso de los predios rurales en su mayoría se encuentran dentro de vulnerabilidad baja, principalmente debido a que en la mayoría de estos predios todavía no existían construcciones de manera que este tipo de afectación no se daba.

Se analiza de igual manera a los predios urbanos que colindan con los predios rurales ya que estos son los potenciales predios para los procesos de expansión urbana. En estos predios se observa que ha habido procesos de lotizaciones ya que los lotes tipo son muy regulares y la mayoría aún se encuentran sin construcciones. Así mismo durante la visita se pudo corroborar que la extensión de los servicios básicos se está dando ya que se están abriendo calles entre manzanas y las redes de energía eléctrica y agua potable poco a poco van cubriendo toda esta área. Se determina entonces que estos predios deben estar sujetos a otro tipo de análisis ya que el no ser propensos a la pérdida de construcciones por no tenerla, no quiere decir que los predios no vayan a ser afectados por los deslizamientos y que si se continúa con la expansión urbana en los próximos años y con nuevas construcciones estas puedan sufrir afectaciones. Para estos predios se hace la consideración del índice de peligro de deslizamiento.

### **Índice de peligro de deslizamientos y plano predial de peligro de deslizamientos**

Como se observó en las Figuras 4 y 5 donde se mostraban las zonas de peligro de deslizamientos obtenidas mediante el modelo de regresión logística realizado por (Cabascango & Iguago, 2022), se tienen valores de probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, se tomó principalmente el área del modelo que tenía influencia en la cabecera cantonal de Chunchi (Figura 5). Al igual que la vulnerabilidad se realizó la representación visual de este índice mediante un plano con su respectiva semaforización con valores numéricos van de 1 (peligro bajo), 2 (peligro medio), 3 (peligro alto) y 4 (peligro muy alto) (Figura 36).



más razonable sería evitar la expansión urbana para evitar posteriores posibles pérdidas de distinta índole.

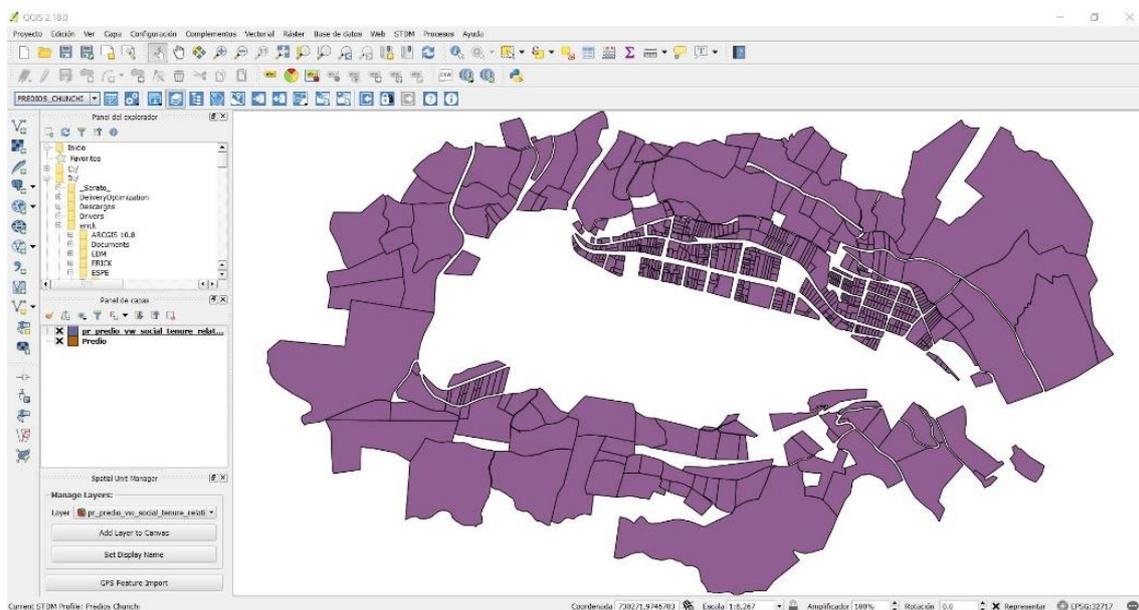
### Relaciones de tenencia social

Una vez que se definieron las relaciones entre personas, predio, vulnerabilidad física y peligro en la ventana de visualización del software QGIS y en el gestor de geodatabases (PostgreSQL 9.5) provisto para el desarrollo de los procesos con el complemento STDM, se obtiene la vista de los predios cuyas relaciones han sido creadas y que se la denomina como vista de las relaciones de tenencia social.

En este caso al tener 652 predios, las relaciones creadas en total son 1956 ya que a cada una de las unidades espaciales se las relaciona con tres entidades (persona, vulnerabilidad física y peligro). De esta manera la información de cada uno de los predios estará relacionada mediante su clave catastral (Figura 37).

### Figura 37

*Vista de las relaciones de tenencia social*



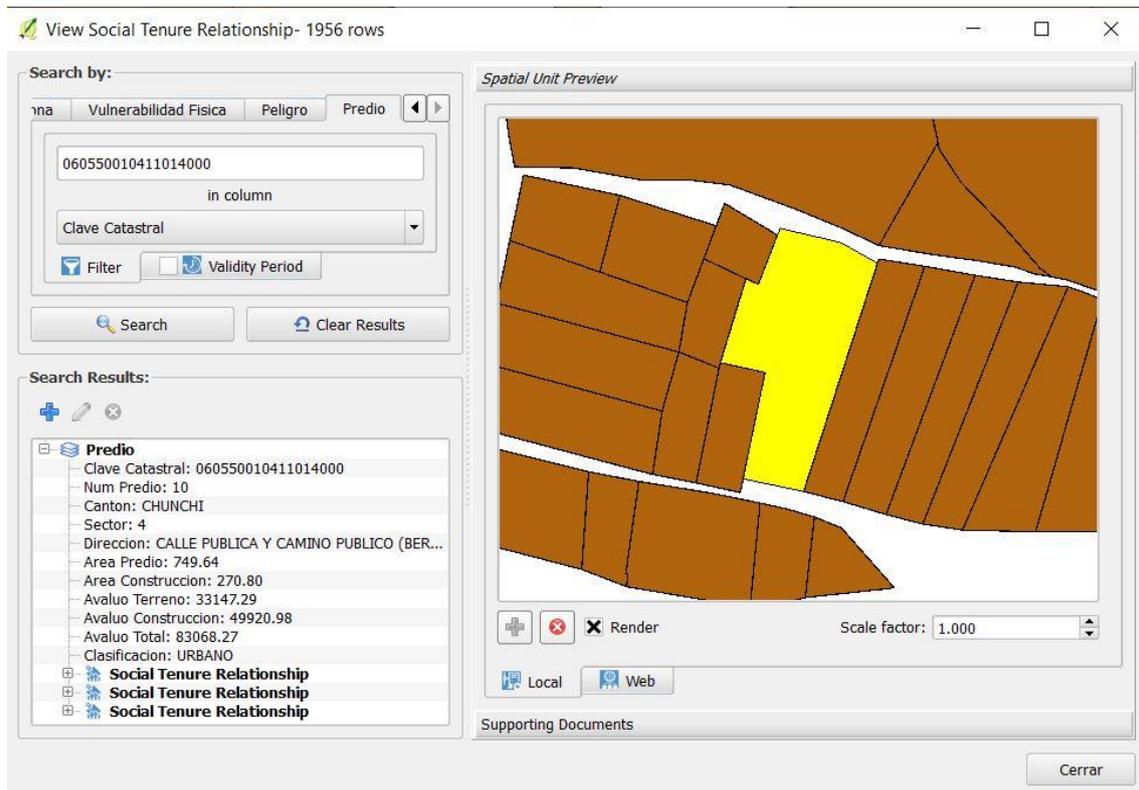
El complemento STDM permite la visualización de cada una de las relaciones creadas mediante su herramienta “View Social Tenure Relationship” en esta se puede realizar una búsqueda en las diferentes columnas que contienen la información de los

predios. Al ser la clave catastral la clave identificativa de cada predio se la tomó en cuenta como la forma principal de realizar las búsquedas para observar la información catastral, de vulnerabilidad física y peligro; al igual que al ser la unidad espacial la cual está sujeta a análisis y con la cual se realizan las relaciones, las búsquedas se realizan en la pestaña para la entidad Predio.

Así entonces se presentará en primera instancia la información del predio en la parte izquierda de la ventana en la sección “Search Results”, mientras que en la parte derecha de la ventana se podrá observar una pre visualización de la unidad espacial (Figura 38).

### Figura 38

Información de la unidad espacial (Predio)

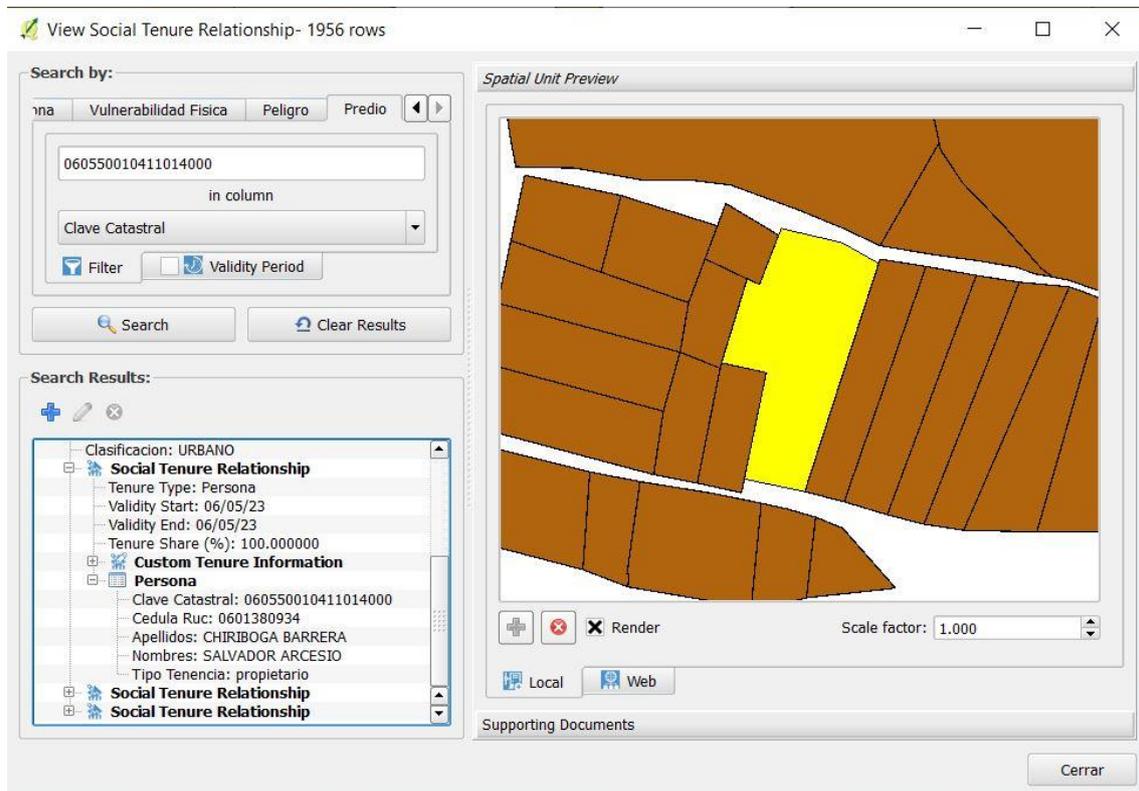


En la misma sección de “Search Results” es posible observar las tres relaciones de tenencia social creadas para la unidad espacial. En cada una de las secciones desplegadas se tiene la información correspondiente a la persona que hace de propietario (Figura 39), las características físicas de las construcciones con sus indicadores e índice de

vulnerabilidad físico estructural (Figura 40), y el índice de peligro de deslizamiento (Figura 41), todo esto en concordancia con su unidad espacial.

### Figura 39

#### *Información de la Persona*



### Figura 40

#### *Información de vulnerabilidad físico estructural*

View Social Tenure Relationship- 1956 rows

Search by:

na Vulnerabilidad Fisica Peligro Predio

060550010411014000

in column

Clave Catastral

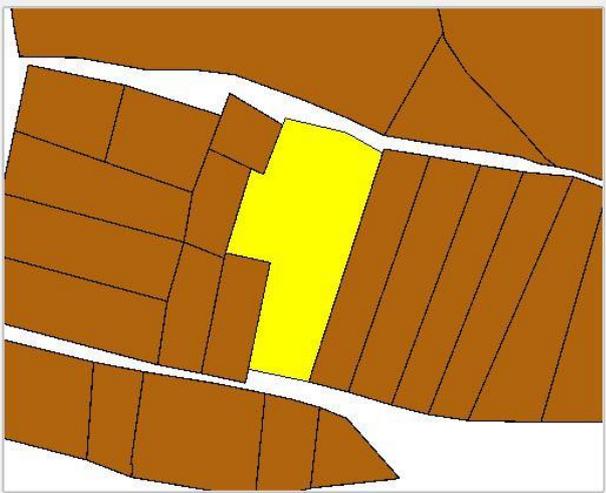
Filter  Validity Period

Search Clear Results

Search Results:

- Vulnerabilidad Fisica
  - Sistema Estructural: Hormigón armado
  - Indicador Sistema Estructural: 3
  - Material Pared: Bloque
  - Indicador Material Pared: 3
  - Numero Pisos: 2
  - Indicador Numero Pisos: 3
  - Estado Conservacion: Regular
  - Indicador Estado Conservacion: 3
  - Anio Construcion: 1991-2020
  - Indicador Anio Construcion: 1
  - Topografia Sitio: Escarpe positivo o negat...
  - Indicador Topografia Sitio: 4
  - Indice Vulnerabilidad Fisica: 2.95
  - Vulnerabilidad Fisica: Alta

Spatial Unit Preview



Render Scale factor: 1,000

Local Web

Supporting Documents

Cerrar

**Figura 41**

*Información de Peligro*

View Social Tenure Relationship- 1956 rows

Search by:

na Vulnerabilidad Fisica Peligro Predio

060550010411014000

in column

Clave Catastral

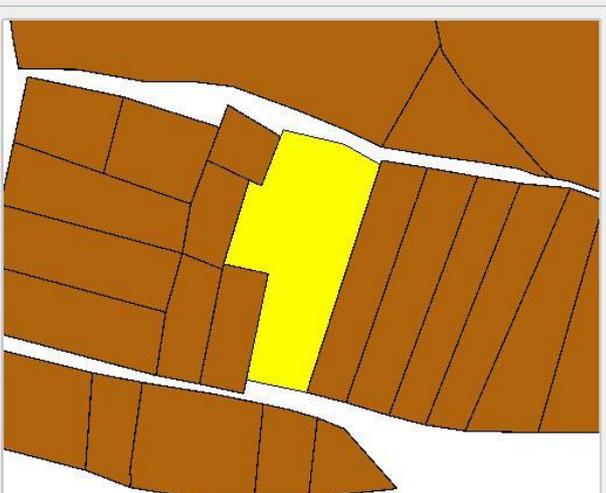
Filter  Validity Period

Search Clear Results

Search Results:

- Avaluo Construcion: 49920.98
- Avaluo Total: 83068.27
- Clasificacion: URBANO
- Social Tenure Relationship
- Social Tenure Relationship
- Social Tenure Relationship
  - Tenure Type: Peligro
  - Validity Start: 06/05/23
  - Validity End: 06/05/23
  - Tenure Share (%): 100.000000
- Custom Tenure Information
  - Peligro
    - Indice Peligro Deslizamiento: 4
    - Peligro Deslizamiento: Muy Alto
    - Clave Catastral: 060550010411014000

Spatial Unit Preview



Render Scale factor: 1,000

Local Web

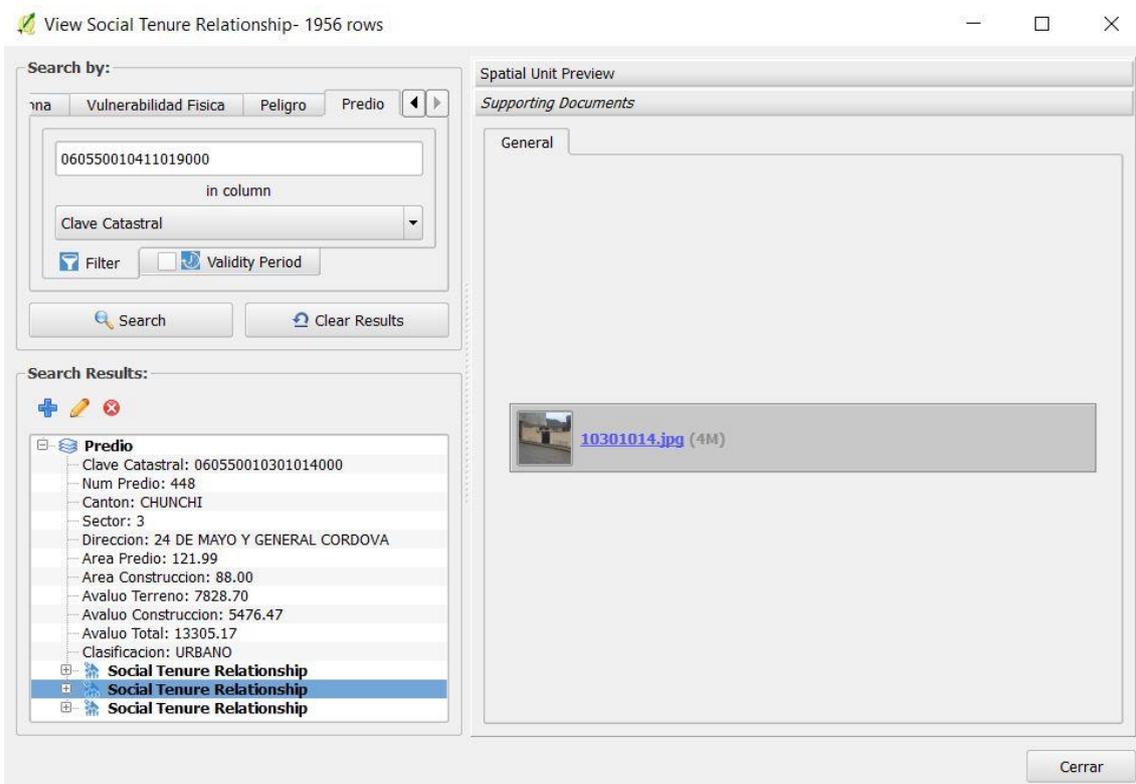
Supporting Documents

Cerrar

Además de la información alfanumérica que se presenta en el visor también es posible la inclusión de documentos de soporte como parte del modelo (Figura 24). Para los predios que contaban con construcciones se añadió una fotografía de sus fachadas. En el mismo visor en la sección “Supporting Documents” es posible visualizar una vista previa del documento que se ha añadido como información adicional al predio (Figura 42). Al dar clic en el documento este se abrirá en otra ventana denominada “Document Viewer” (Figura 43).

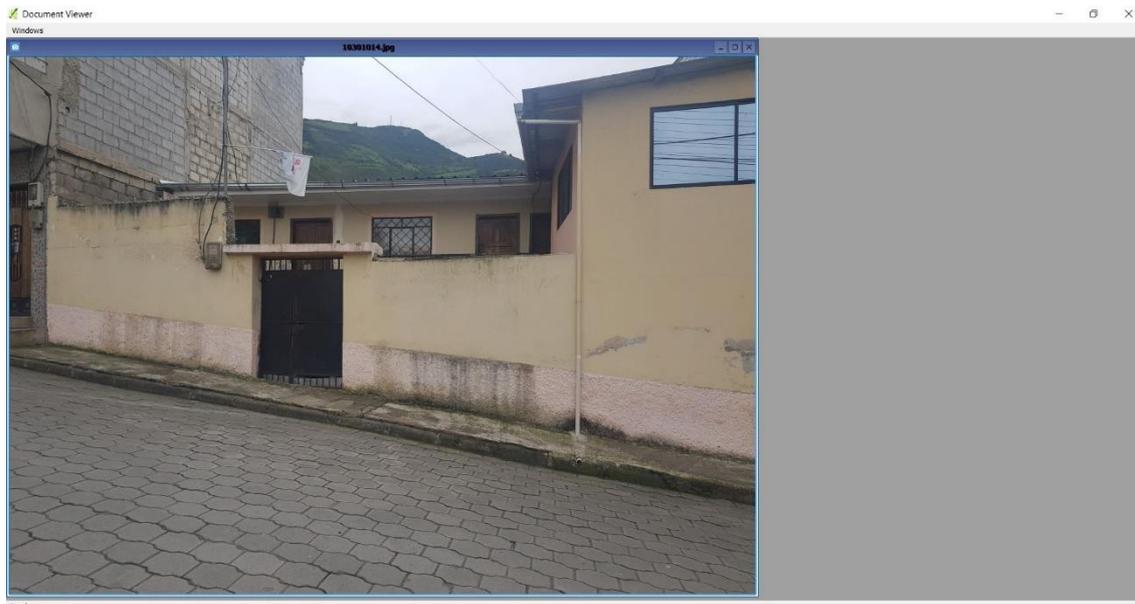
## Figura 42

*Documento de soporte para los predios*



## Figura 43

*Visualización del documento de soporte*



### **Recomendaciones y restricciones por vulnerabilidad físico estructural y peligro de deslizamientos**

Para los predios que contaban con construcciones y en consecuencia tenían un índice de vulnerabilidad física se tomaron en cuenta las recomendaciones dadas por la USGS y que se presentaron en la Figura 28, ya sea directamente para la protección de la construcción o para la estabilización del terreno donde se encuentran.

Para el tratamiento del peligro de deslizamiento se tomaron en cuenta las recomendaciones que actúan también a manera de restricciones dadas por el PREDES (Tabla 10), esto debido a que estas van encaminadas principalmente a evitar la expansión urbana en zonas de alto y muy alto peligro.

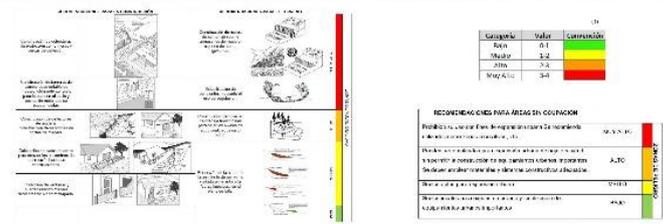
### **Fichas catastrales**

Con toda la información recopilada de tipo catastral, vulnerabilidad física, peligro de deslizamiento y recomendaciones y restricciones; fue posible representarla de manera visual a través de fichas catastrales. En estas fichas catastrales se presenta toda la información referente al predio, así como las recomendaciones y restricciones que aplican para los predios (Figura 44). Estas últimas se colocaron a manera de tablas considerando que los propietarios podrían adoptar cualquiera de las recomendaciones en el caso de que

tengan una vulnerabilidad que vaya desde los valores más bajos a los más altos; pero no si se dan casos contrarios, de los más altos a los más bajos.

**Figura 44**

*Ficha catastral con la información predial*

FICHA CATASTRAL INFORMATIVA PREDIAL CANTÓN CHUNCHI		
<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Cédula o RUC: 0601380924 Apellidos: CHIRIBOGA BARRERA Nombres: SALVADOR ARCESIO		<b>MAPA DE UBICACIÓN</b> 
<b>DATOS DEL PREDIO</b> Clave catastral: 060550010411014000 Número de predio: 10 Área del predio: 749,64 m <sup>2</sup> Área de construcción: 270,80 m <sup>2</sup>		
<b>DATOS DEL LOTE GLOBAL</b> Clasificación: URBANO Cantón: CHUNCHI Sector: 4 Dirección: CALLE PUBLICA Y CAMINO PUBLICO (BERMEO)		<b>AVALÚO CATASTRAL</b> Avalúo del terreno: \$ 33147,29 Avalúo de la construcción: \$ 49920,98 Avalúo total: \$ 83068,27
VULNERABILIDAD FÍSICA DEL PREDIO FRENTE A DESLIZAMIENTOS		
Variable		Indicador
Sistema Estructural:	Hormigón armado	3
Material de pared:	Bloque	3
Número de pisos:	2	3
Año de construcción:	1991-2020	1
Estado de conservación:	Regular	3
Topografía del sitio:	Escarpe positivo o negativo	4
Índice de vulnerabilidad física: <sup>(1)</sup> 2,95		Índice de peligro: <sup>(2)</sup> 4
RECOMENDACIONES		
		
<b>RECOMENDACIONES PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN</b> Previsión de un sistema de drenaje para la zona de construcción. Previsión de un sistema de drenaje para la zona de construcción. Previsión de un sistema de drenaje para la zona de construcción. Previsión de un sistema de drenaje para la zona de construcción. Previsión de un sistema de drenaje para la zona de construcción.		
<b>NOTAS:</b> (1) El índice de vulnerabilidad física es el resultado de la suma de los indicadores de vulnerabilidad física. (2) El índice de peligro es el resultado de la suma de los indicadores de peligro. (3) La vulnerabilidad física es el resultado de la suma de los indicadores de vulnerabilidad física.		

Se realizó la representación de todos los predios que se encontraban dentro de la zona de estudio, obteniendo un total de 652 fichas catastrales con información catastral, vulnerabilidad física y peligro de deslizamientos.

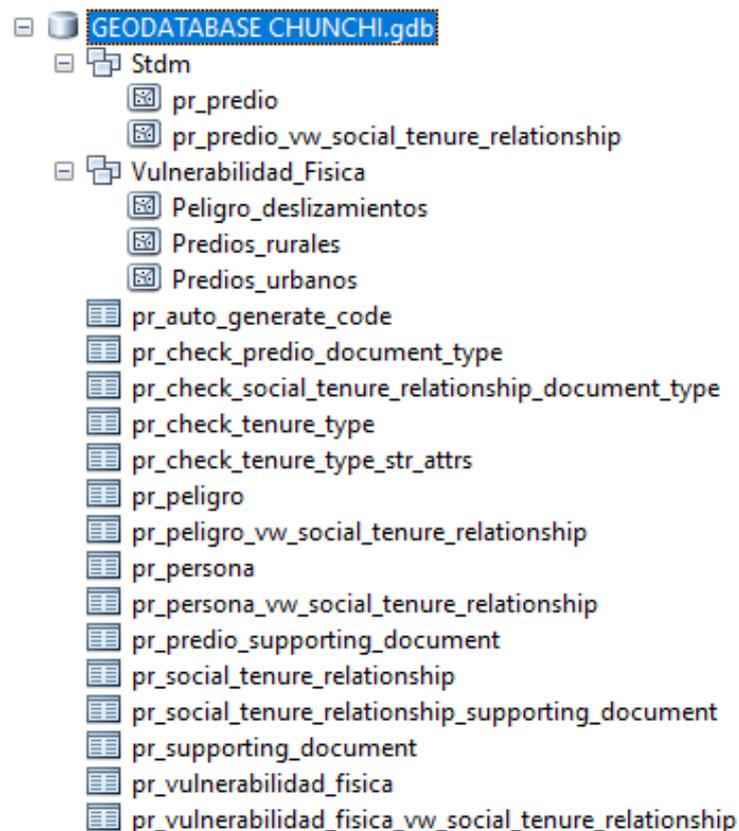
**Geodatabase con la información catastral de Chunchi**

La geodatabase fue generada a partir de la información obtenida en el análisis de vulnerabilidad física y en el modelo ejecutado en el complemento STDM, toda esta

información contenida en tablas y coberturas tipo (.shp) fue distribuida en una geodatabase con dos feature class: la primera con las coberturas (.shp) que sirvieron como insumos para el análisis de vulnerabilidad las cuales contenían las variables constructivas y toda la información catastral requerida de los predios en cuestión; y la segunda con las coberturas (.shp) creadas automáticamente para el modelo y sus respectivas tablas relacionales (Figura 45).

### Figura 45

*Geodatabase con la información catastral de Chunchi*



## Capítulo V

### Conclusiones

La información catastral en la zona de trabajo presenta deficiencias y limitaciones debido a que no se ha observado completamente lo establecido por el MIDUVI para la generación de bases catastrales que sirvan como herramienta para la administración del territorio.

La vulnerabilidad físico estructural se puede realizar utilizando la información básica catastral por ello es importante mantener completo y actualizado el catastro, sin embargo, en algunos casos de incompletitud se debe levantar la información faltante en campo, lo cual incrementa costos y tiempos de trabajo.

En la zona de trabajo las vulnerabilidades físico estructurales más bajas corresponden a predios donde no existe infraestructura física construida (lotes baldíos); las vulnerabilidades altas y muy altas corresponden a predios con alta densidad poblacional y de infraestructura física, que se encuentran en zonas cercanas a inestabilidades del terreno identificadas en estudios anteriores.

De los 652 predios escogidos para el análisis, el 95.55% se encuentran en zonas de peligro alto y muy alto, de los cuales el 71.17% se encuentran en el área urbana, en lugares que potencialmente podrían ser afectados por nuevas inestabilidades del terreno, lo que refleja un crecimiento urbano desordenado y sin supervisión técnica municipal.

El modelo LADM facilita la administración del territorio basándose en derechos de tenencia del propietario, restricciones y responsabilidades que pueden estar traducidas en limitaciones y condicionamientos del uso y valoración del suelo, imposiciones económicas y de desarrollo urbano. Pero así mismo se pueden dar cabida a recomendaciones que permitan evitar efectos negativos que pueden darse debido a la presencia de eventos adversos naturales y antrópicos que puedan recaer en problemáticas principalmente en aquellos sectores que se encuentren poblados.

El uso del complemento STDM del software QGIS podría considerarse una buena herramienta para que los municipios de la zona de trabajo lleguen a tener una base catastral integral con información básica del predio y propietario, vulnerabilidad físico estructural y peligro de deslizamientos y restricciones de uso.

La estandarización de la información basada en normas como la LADM-ISO 19152 permite que los municipios compartan información de interés común e incluso resolver conflictos territoriales, o llegar a tener información en una sola base de datos consolidada a nivel local, provincial o nacional.

La presentación de la información catastral a manera de fichas catastrales permite a la ciudadanía conocer aspectos que influyen en los predios de su propiedad, además de posibilitar la simplificación de otros procesos administrativos que requieran el conocer esta información.

### **Recomendaciones**

Los GADM del área de estudio deben mantener la información catastral actualizada incluidos los datos de vulnerabilidad y peligro.

Sería deseable utilizar la norma LADM-ISO 1952 para crear estándares de generación de información catastral adicionales a lo dispuesto por el MIDUVI que se basa principalmente en el catastro físico geométrico y el catastro económico.

Dentro de la ejecución del modelo, se recomienda a los usuarios del complemento STDM del software QGIS, analizar el tipo de datos a utilizar ya que una vez definidas las entidades dentro de los perfiles no se los puede cambiar o modificar y es posible que surjan conflictos al momento de ingresar información ya sea de manera manual o mediante importación de datos.

Los GADM dentro del área de estudio deberían difundir a la población los aspectos referentes a vulnerabilidad y peligro de sus predios ya que de esta manera se podría crear una concientización respecto al uso correcto del suelo acatando las restricciones que imponga la autoridad municipal.

## Referencias bibliográficas

- Acuerdo Ministerial Nro. 017-20. (2020). *Norma técnica para formación, actualización y mantenimiento del Catastro Urbano y Rural*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Acuerdo ministerial Nro. 029-16. (2016). *Normas Técnicas Nacionales para el Catastro de Bienes Inmuebles Urbanos - Rurales y Avalúos de Bienes*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Augustinus, C. (2010). *Social tenure domain model: what it can mean for the land industry and for the poor*. Obtenido de In XXIV FIG International Congress: facing the challenges, building the capacity.: <https://www.semanticscholar.org/paper/Social-Tenure-Domain-Model-%3A-What-It-Can-Mean-for-Augustinus/20f34686f0f8e4118f8f10aa0c7e39e422678895>
- Augustinus, C., Lemmen, C., & Van Oosterom, P. (2006). *Social Tenure Domain model requirements from the perspective of pro-poor land management*. Obtenido de In Proceeding of the 5th FIG regional conference (pp. 8-11): <https://www.semanticscholar.org/paper/Social-tenure-domain-model-requirements-from-the-of-Augustinus-Lemmen/b11a3a40cd08989e4b551f9fcc8f6b975f537ff8>
- Bruce, J. (2000). *Conceptos sobre tenencia de la tierra*. Obtenido de Land Tenure, University of Wisconsin-Madison: <http://digital.library.wisc.edu/1793/22007>
- Cabascango, D., & Iguago, M. (2022). *Estimación de la susceptibilidad a deslizamientos en el área de los ríos Guasuntos, Picay y Chanchan, provincia del Chimborazo, utilizando técnicas geoespaciales, como insumo para los planes de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Trabajo de titulación previo a obtener el título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente. ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/36038>

- Campaña, W., & Ordoñez, J. (2022). *Diseño de un sistema de administración territorial mediante la norma ISO-19152 LADM y su visualización en un geovisor para la gestión de conflictos ambientales del cantón Santiago de Píllaro*. Obtenido de Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29193>
- Chipofya, M., Karamesouti, M., Schultz, C., & Schwering, A. (2020). *Local domain models for land tenure documentation and their interpretation into the LADM*. Obtenido de Land use policy, 99, 105005: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105005>
- Constitución de la República del Ecuador [Const]. (2008). Art. 389-390. Obtenido de 20 de octubre de 2008 (Ecuador).
- COOTAD. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización Suplemento 303 de 19-oct.-2010*. Obtenido de cootad.
- Cruz, L. (2010). *Una gobernanza responsable en la tenencia de la tierra: factor esencial para la realización del derecho a la alimentación*. Obtenido de Documento de trabajo sobre tenencia de la tierra (15). FAO:  
<https://www.fao.org/publications/card/es/c/dd0ab30a-8678-54c0-840f-c11e4c7b6069>
- Dawidowicz, A., & Żróbek, R. (2017). *Land administration model for sustainable development-case study of Poland*. Obtenido de Real Estate Management and Valuation, 25(1), 112-122: <https://doi.org/10.1515/remav-2017-0008>
- Fariños, J. (2007). *Planificación de infraestructuras y planificación territorial*. Obtenido de Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: Territori, estratègies, planejament, (44), 32-43: <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/103943>

FLACSO Andes. (2014). *Agenda de Reducción de Riesgos: Provincia de Chimborazo,*

*Quito, Ecuador.* Obtenido de Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales:

[https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio\\_view.php?bibid=139858&tab=opac](https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=139858&tab=opac)

GADM Chunchi. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023.* Obtenido

de Chunchi, Ecuador:

[http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Informacion\\_2020/Plan\\_de\\_Desarrollo\\_y\\_Ordenamiento\\_Territorial\\_PDOT\\_Chunchi\\_2019-2023.pdf](http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Informacion_2020/Plan_de_Desarrollo_y_Ordenamiento_Territorial_PDOT_Chunchi_2019-2023.pdf)

Gómez, S., & Landy, S. (2019). *PROPUESTA DE USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO EN EL*

*LÍMITE URBANO DEL CANTÓN CHUNCHI.* Obtenido de (Bachelor's thesis,

Universidad Nacional de Chimborazo, 2019):

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5450>

Hernández, R., & Dopico, M. (2017). *Gestión de riesgos: reflexiones desde un enfoque de*

*gestión empresarial emergente.* Obtenido de Revista Venezolana de Gerencia,

22(80), 693-711: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055967009>

Highland, L., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo*

*sobre los derrumbes.* Obtenido de Reston, Virginia, EE. UU.: USGS -Servicio

Geológico de los EE. UU, 1-176:

<http://bvpad.indec.gov.pe/doc/pdf/esp/doc2665/doc2665-contenido.pdf>

INDECI. (2006). *Manual Básico para la estimación del riesgo. Lima, PE., INDECI (Instituto*

*Nacional de Defensa Civil).* Obtenido de Dirección Nacional de Prevención:

<http://bvpad.indec.gov.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319-contenido.pdf>

INEC. (2023). *Clasificador Geográfico Estadístico 2023.* Obtenido de Geografía Estadística.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC):

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia_Estadistica/Micrositio_geoportal/index.html)

[inec/Geografia\\_Estadistica/Micrositio\\_geoportal/index.html](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia_Estadistica/Micrositio_geoportal/index.html)

- ISO. (2012). *ISO 19152 Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)*. Obtenido de ISO 19152 Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)
- Jovel, J. R. (1989). *Los desastres naturales y su incidencia económico-social*. Obtenido de Revista de la CEPAL: <https://hdl.handle.net/11362/11744>
- LOOTUGS. (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo*. Obtenido de Asamblea Nacional de Ecuador. Suplemento Del Registro Oficial 790, 5-VII-2016, LOOTUGS.
- Lozano, O. (2008). *Metodología para el análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante inundaciones y Sismos, de las edificaciones en centros urbanos*. Obtenido de Perú: PREDES PERÚ: <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf>
- Menoscal, J., & Córdova, M. (2022). *La planificación local y su enfoque de gestión de riesgos en el Ecuador a partir del terremoto de 2016*. Obtenido de Quivera Revista de Estudios Territoriales, 24(1), 65-82: <https://doi.org/10.36677/qret.v24i1.15859>
- MIDUVI. (2022). *ACUERDO Nro. MIDUVI-MIDUVI-2022-0003-A*. Obtenido de Norma Técnica Nacional de Catastros. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).
- Mika, M. (2018). *An analysis of possibilities for the establishment of a multipurpose and multidimensional cadastre in Poland*. Obtenido de Land Use Policy, 77, 446-453: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.060>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G. 2681-P/Rev)*. Obtenido de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>

- Oukes, P., Van Andel, M., Folmer, E., Bennett, R., & Lemmen, C. (2021). *Domain-Driven Design applied to land administration system development: Lessons from the Netherlands*. Obtenido de Land use policy, 104, 105379:  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105379>
- Paasch, J., Van Oosterom, P., Lemmen, C., & Paulsson, J. (2015). *Further modelling of LADM's rights, restrictions and responsibilities (RRRs)*. Obtenido de Land use policy, 49, 680-689: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.013>
- Pérez, A., Gil, S., & Olcina, J. (2016). *La información catastral como herramienta para el análisis de la exposición al peligro de inundaciones en el litoral mediterráneo español*. Obtenido de EURE (Santiago), 42(127), 231-256:  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000300010>
- Perfil Ecuatoriano de Metadatos. (2010). *Perfil Ecuatoriano de Metadatos - PEM - según NORMA ISO 19115:2003 E ISO 19115-2:2009*.
- PUGS Chunchi. (2021). *Plan de Uso y Gestión de Suelo 2021-2033 Chunchi-Ecuador*. Obtenido de Dirección de Planificación del Cantón Chunchi:  
[http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Leyes\\_Reglamentos\\_Planes\\_2021/PUGS\\_PLAN\\_DE\\_USO\\_Y\\_GESTION\\_DEL\\_SUELO\\_CHUNCHI\\_2021.pdf](http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Leyes_Reglamentos_Planes_2021/PUGS_PLAN_DE_USO_Y_GESTION_DEL_SUELO_CHUNCHI_2021.pdf)
- Quinga, Y., & Tibán, V. (2020). *Propuesta de un sistema de administración territorial según la norma ISO 19152 para un área de expansión urbano-rural: caso parroquia Machachi, provincia de Pichincha*. Obtenido de Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí.:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/23400>
- Ramírez, C., Andrade, J., Borja, A., Calero, E., Nuñez, S., Pilatasig, R., & Vásquez, J. (2018). *Participación ciudadana en la gestión de riesgos como eje transversal dentro*

*de la planificación local*. Obtenido de Revista de Investigación Talentos, 2, 79-87:  
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/97>

Rebotier, J. (2016). *El riesgo y su gestión en Ecuador*. Obtenido de FlacsoAndes:  
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/143165-opac>

Salazar, R., & Paleo, U. (2014). *Análisis del riesgo multi-amenaza en el ordenamiento territorial de una cuenca hidrográfica*. Obtenido de Revista Geoespacial, 11, 30-46:  
[https://www.researchgate.net/publication/291790736\\_Analisis\\_del\\_riesgo\\_multi-amenaza\\_en\\_el\\_ordenamiento\\_territorial\\_de\\_una\\_cuenca\\_hidrografica](https://www.researchgate.net/publication/291790736_Analisis_del_riesgo_multi-amenaza_en_el_ordenamiento_territorial_de_una_cuenca_hidrografica)

Samaniego, E. (2008). *Deslizamientos en la comunidad de Pueblo Viejo Cantón Alausí Provincia de Chimborazo*. Obtenido de Trabajo de investigación como requisito previo a la obtención del título de Diplomado de Gestión de Riesgos y Desastres: IAEN, 66p: <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/388>

Secretaria Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*.

Serrano, B., & Temes, R. (2015). *Vulnerability and seismic risk of the residential buildings in the Special Plan against seismic risk of Valencia region*. Obtenido de INFORMES DE LA CONSTRUCCION, 67(539):  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5257707>

SNGR, & PNUD. (2012). *Propuesta metodológica. Análisis de vulnerabilidades a nivel municipal*. Obtenido de Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oficina Ecuador; Ecuador. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR). Quito; NGR; PNUD. Oficina Ecuador, 2012, 111 p. tab, graf.:  
<https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/items/show/122>

SNGRE. (2021). *Informe de Situación-Deslizamiento Chunchi*. Obtenido de Equipo Técnico de la Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos. Servicio Nacional de Gestión de

Riesgos y Emergencias. Informe No. 03: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2021/02/Informe-de-Situacion-No-4-Chunchi-15022021.pdf>

Sylla, A., & Gitau, J. (2018). *The Power of the Social Tenure Domain Model*. Obtenido de GIM International: <https://www.gim-international.com/content/article/the-social-tenure-domain-model-2>

Téllez, A., & Ayala, D. (2019). *Un modelo del componente físico en el catastro multipropósito como apoyo al desarrollo municipal caso (Tenjo Cundimarca)*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://hdl.handle.net/11349/22519>

Unger, E., Zevenbergen, J., & Bennett, R. (2017). *On the need for pro-poor and administration in disaster risk management*. Obtenido de Survey Review, 49:357, 437-448: <https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1212160>

Ushiña, D. (2019). *Diseño e implementación de la metodología para la gestión de riesgos naturales mediante la aplicación de herramientas de administración territorial en el Valle de los Chillos*. Obtenido de Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Matriz Sangolquí: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/20387>

Uwayezu, E., & De Vries, W. (2019). *Indicators for Measuring Spatial Justice and Land Tenure Security for Poor and Low Income Urban Dwellers*. Obtenido de Land, 7(3), 84: <https://doi.org/10.3390/land7030084>

## Apéndices