



**Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la Quebrada El Tejado.**

Palacios Saavedra, Edison Abraham

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

MSc. Pérez Salazar, Pablo Roberto

20 de julio del 2022



1.TESIS\_PALACIOS V2.docx

Scanned on: 4:31 August 14, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Reports Found



Total Words in Text

Identical Words	217
Words with Minor Changes	55
Paraphrased Words	340
Omitted Words	0



Website | Education | Businesses

Firma:



firmas electrónicas por:  
PABLO ROBERTO  
PEREZ SALAZAR

MSc. Pérez Salazar, Pablo Roberto

Director



**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: **"Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la Quebrada El Tejado."** fue realizado por el señor **Palacios Saavedra, Edison Abraham**; 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, 5 de septiembre de 2022**

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ROBERTO  
PEREZ SALAZAR**

.....  
**MSc. Pérez Salazar, Pablo Roberto**

C. C.: 1706363791



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

#### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Palacios Saavedra, Edison Abraham**, con cédula de ciudadanía n° 1722644711, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la Quebrada El Tejado.”** es de mi 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, 9 de Agosto del 2022

Firma

**Palacios Saavedra, Edison Abraham**

C.C.: 1722644711



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

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

**Autorización de Publicación**

Yo **Palacios Saavedra, Edison Abraham**, con cédula de ciudadanía n° 1722644711, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: Formulación de la propuesta del Plan de Gestión de Suelo y evaluación de daños y pérdidas de bienes muebles e inmuebles ocasionados por el aluvión de la Quebrada El Tejado.** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Sangoquí, 9 de agosto de 2022**

Firma

**Palacios Saavedra, Edison Abraham**

C.C.: 1722644711

**Dedicatoria**

A mis padres  
por ser mí principal apoyo y guía,  
por su paciencia y por su incondicionalidad,  
por darme la educación y brindarme su sabiduría,  
por confiar en mí y no abandonarme en los momentos más difíciles.

A mis hermanos,  
por creer en mí y darme ánimos para seguir adelante,  
y espero que ellos también logren sus objetivos eso me llenaría el corazón de  
felicidad.

***Edison Palacios***

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis padres por nunca abandonarme y apoyarme incondicionalmente a pesar de los tropiezos;  
a la Universidad de las Fuerzas Armadas  
y a la carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente y a sus docentes por formarme profesionalmente;  
a mi tutor, MSc. Pérez Salazar, Pablo Roberto, por el apoyo brindado por todos los conocimientos y consejos necesarios al realizar este proyecto;  
A mi familia, quienes fueron un pilar fundamental para no darme por vencido;  
Y a mis amigos,  
por ser parte de los buenos y malos momentos de esta etapa de la vida llamada Universidad.  
Y por último pero no menos importante quiero agradecerme a mí mismo por culminar con esta etapa y no haberme rendido.

## Índice de Contenido

CopyLeaks .....	2
Certificado del director del trabajo de titulación .....	3
Autoría de responsabilidad .....	4
Autorización de publicación de la ESPE .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimientos .....	7
Índice de Contenido .....	8
Índices de Tablas .....	12
Índices de Figuras.....	13
Resumen.....	15
Abstract .....	16
Capítulo 1 .....	17
Antecedentes .....	17
Estudios relacionados .....	18
Planteamiento del problema .....	19
Justificación e importancia .....	21
Descripción del área de estudio.....	22
Objetivos generales y específicos .....	23
<i>Objetivo General</i> .....	23
<i>Objetivos específicos</i> .....	23
Metas .....	24
Capítulo 2.....	25
Marco Teórico .....	25
Catastro .....	25
Ordenamiento territorial .....	25
Amenaza Natural.....	25



Modelamiento 3D .....	26
Precipitación .....	26
Plan de ordenamiento territorial (PDOT) .....	26
Sistema de información geográfica .....	27
Geodatabase .....	28
Uso de suelo .....	29
Análisis FODA .....	30
Evaluación Económica .....	32
Cuantificación de daño .....	32
Valoración de la construcción .....	32
Modelo digital del terreno .....	32
Ortofoto .....	33
Georreferenciación .....	33
Objetivos de desarrollo sostenible .....	34
Constitución del Ecuador .....	34
Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión de Suelo .....	34
Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) .....	35
Capítulo 3 .....	35
Metodología .....	35
Recopilación de información .....	37
Almacenamiento de la información .....	37
Levantamiento de información catastral .....	39
Capítulo 4 .....	41
Análisis de la información .....	41
Análisis catastral .....	41
<i>Valor del terreno</i> .....	41

<i>Valor de la construcción</i> .....	44
<i>Tipologías constructivas</i> .....	44
<i>Número de pisos</i> .....	45
<i>Acabados exteriores</i> .....	45
<i>Estado de conservación</i> .....	46
<i>Factor de uso</i> .....	48
<i>Factor de avance la obra según la de construcción</i> .....	48
<i>Factor de depreciación de la construcción</i> .....	48
<i>Depreciación física</i> .....	49
<i>Porcentaje no depreciable</i> .....	49
<i>Construcciones a las que se las ha intervenido o reformado con proceso de rehabilitación</i> .....	50
Estimación de daños y pérdidas a bienes inmuebles. ....	51
Estimación de daños y pérdidas a bienes muebles. ....	56
Modelo de realidad aumentada .....	57
Capítulo 5 .....	62
Planificación territorial .....	62
Componente biofísico .....	63
<i>Hidrografía</i> .....	63
<i>Susceptibilidad a inundación</i> .....	64
<i>Cobertura vegetal</i> .....	64
<i>Sistema metropolitano de áreas naturales protegidas</i> .....	65
Componente Social .....	67
<i>Crecimiento poblacional</i> .....	67
<i>Salud</i> .....	68
<i>Educación</i> .....	68
Componente económico .....	69

	11
<i>Uso de suelo</i> .....	69
<i>Actividades comerciales</i> .....	70
<i>Estrato económico</i> .....	71
<i>Daño por aluvión</i> .....	72
<i>Construcciones</i> .....	73
Análisis FODA.....	74
<i>Matriz FODA</i> .....	76
Variables a intervenir .....	77
<i>Tablero de control</i> .....	77
Objetivos estratégicos.....	79
Lineamientos estratégicos .....	81
<i>Intervención ambiental de las quebradas del Distrito Metropolitano de Quito</i> .....	81
<i>Control de invasiones y asentamientos ilegales</i> .....	83
<i>Plan de apoyo a la reactivación económica de las zonas afectadas por el aluvión</i>	86
Capítulo 6.....	89
Conclusiones y Recomendaciones .....	89
Conclusiones.....	89
Recomendaciones .....	91
Referencias Bibliográficas .....	93
Apéndices .....	96

## Índices de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Proyectos relacionados.....	19
<b>Tabla 2</b>	Clasificación y subclasificación del suelo. ....	29
<b>Tabla 3</b>	Especificaciones técnicas del vuelo. ....	37
<b>Tabla 4</b>	Tipologías constructivas.....	45
<b>Tabla 5</b>	Categoría de acabados.....	46
<b>Tabla 6</b>	Estado de conservación.....	47
<b>Tabla 7</b>	Tipos de reforma .....	50
<b>Tabla 8</b>	Variables explicativas.....	62
<b>Tabla 9</b>	Identificación de fortalezas y debilidades .....	74
<b>Tabla 10</b>	Identificación de oportunidades y amenazas .....	76
<b>Tabla 11</b>	Criterios para la matriz FODA.....	76
<b>Tabla 12</b>	Matriz general de relaciones sintetizada .....	76
<b>Tabla 13</b>	Variables territoriales a intervenir .....	77
<b>Tabla 14</b>	Tablero de control BSC.....	77
<b>Tabla 15</b>	Identificación de fortalezas y debilidades .....	79
<b>Tabla 16</b>	Matriz de marco lógico del proyecto para el componente biofísico .....	82
<b>Tabla 17</b>	Matriz de marco lógico del proyecto para el componente Social.....	84
<b>Tabla 18</b>	Matriz de marco lógico del proyecto para el componente Económico .....	86

## Índices de Figuras

<b>Figura 1</b>	Área de estudio.....	22
<b>Figura 2</b>	Elementos de una geodatabase .....	28
<b>Figura 3</b>	Elementos de un análisis FODA .....	31
<b>Figura 4</b>	Modelo digital de elevación .....	33
<b>Figura 5</b>	Metodología .....	35
<b>Figura 6</b>	Creación de base de datos en QGIS .....	38
<b>Figura 7</b>	Almacenamiento en la base de datos de QGIS.....	38
<b>Figura 8</b>	Ficha catastral .....	39
<b>Figura 9</b>	Levantamiento de información de campo .....	40
<b>Figura 10</b>	Mapa de áreas de valoración económica .....	42
<b>Figura 11</b>	Diagrama de flujo del proceso para determinar el valor de lote.....	42
<b>Figura 12</b>	Valor de suelo.....	43
<b>Figura 13</b>	Tabla de atributos en QGIS.....	51
<b>Figura 14</b>	Daño por aluvión .....	52
<b>Figura 15</b>	Magnitud del daño .....	53
<b>Figura 16</b>	Daños del aluvión por barrio. ....	53
<b>Figura 17</b>	Tipos de acabados .....	54
<b>Figura 18</b>	Estado de la construcción. ....	54
<b>Figura 19</b>	Construcciones en proceso de reformatión .....	55
<b>Figura 20</b>	MDT Google Earth Engine. ....	57
<b>Figura 21</b>	Plataforma USGS .....	58
<b>Figura 22</b>	Información cargada en ArcGIS.....	58
<b>Figura 23</b>	Software Blender .....	59
<b>Figura 24</b>	Software CityEngine .....	59
<b>Figura 25</b>	Software Unity .....	60
<b>Figura 26</b>	Licencia estudiantil Vuforia.....	61
<b>Figura 27</b>	Resultado modelo realidad aumentada .....	61
<b>Figura 28</b>	Mapa de hidrografía del DMQ .....	63
<b>Figura 29</b>	Plano de susceptibilidad a inundación .....	64
<b>Figura 30</b>	Plano de cobertura vegetal .....	65
<b>Figura 31</b>	Mapa de SMANP del DMQ. ....	66
<b>Figura 32</b>	Plano de crecimiento poblacional .....	67

<b>Figura 33</b>	Plano de establecimientos de salud.....	68
<b>Figura 34</b>	Plano de establecimientos educativos.....	69
<b>Figura 35</b>	Plano de uso de suelo.....	70
<b>Figura 36</b>	Plano de actividades comerciales.....	70
<b>Figura 37</b>	Plano de estrato económico.....	72
<b>Figura 38</b>	Plano de daños por aluvión.....	72
<b>Figura 39</b>	Plano de construcciones.....	73
<b>Figura 40</b>	Matriz general de relaciones.....	77

## Resumen

El presente proyecto está enfocado en establecer una propuesta de gestión de suelo para la zona de riesgo de los barrios La Comuna y La Gasca, afectados por el aluvión de la quebrada El Tejado. Para esto se realizará un diagnóstico territorial de los barrios afectados a través de aspectos económicos, sociales y ambientales. Además, se presentará la metodología para evaluar y cuantificar los daños y pérdidas de los bienes inmuebles ocasionados por el aluvión, utilizando aplicaciones móviles para la toma de datos en campo, que aumentan considerablemente la eficacia del proceso, y de esta manera contribuir a las autoridades encargadas de la planificación territorial de Quito. Para el proceso se tomará en cuenta el catastro del GAD del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), una ortofoto de la zona de estudio y modelamientos del flujo. La valoración de suelo se la realizará según la Norma Técnica para la Valoración de Bienes Inmuebles Urbanos y Rurales del Distrito Metropolitano de Quito, y mediante herramientas SIG se calculará la pérdida total y parcial de los bienes inmuebles de la zona de estudio. También se realizará un modelo virtual 3D de la inundación producida por el aluvión, para lo cual se van a utilizar datos meteorológicos, mapas de zonas de peligro, cartografía de Quito 1:5000 y sucesos de los eventos citados. Finalmente se formulará un plan de acción estratégica para la gestión del suelo ante la amenaza de riesgos naturales.

*Palabras claves:* catastro, riesgo, evaluación, ordenamiento territorial.

### **Abstract**

This project is focused on establishing a land management proposal for the risk zone of the La Comuna and La Gasca neighborhoods, affected by the alluvium of the El Tejado ravine. For this, a territorial diagnosis of the affected neighborhoods will be carried out through economic, social and environmental aspects. In addition, the methodology to evaluate and quantify the damage and loss of real estate caused by the flood will be presented, using mobile applications for data collection in the field, which considerably increase the efficiency of the process, and in this way contribute to the authorities in charge. of the territorial planning of Quito. For the process, the cadastre of the GAD of the Metropolitan District of Quito (DMQ), an orthophoto of the study area and flow modeling will be taken into account. The land valuation will be carried out according to the Technical Standard for the Valuation of Urban and Rural Real Estate of the Metropolitan District of Quito, and through GIS tools, the total and partial loss of real estate in the study area will be calculated. A virtual 3D model of the flood produced by the alluvium will also be made, for which meteorological data, maps of danger zones, cartography of Quito 1:5000 and events of the aforementioned events will be used. Finally, a strategic action plan will be formulated for land management in the face of the threat of natural risks.

*Key words: cadastre, risk, damage, territorial ordering.*



## Capítulo 1

### Antecedentes

En el Distrito Metropolitano de Quito ciertos cuerpos de agua y quebradas, sobre todo en la zona noroccidental, han sido rellenados sin una correcta supervisión técnica con el fin de dar paso a la construcción de edificios y obras civiles para abastecer el crecimiento poblacional, lo que ha provocado que el suelo quede impermeabilizado. Esto sumado a la deforestación descontrolada de las laderas en las zonas de las laderas del Pichincha ha ocasionado el desborde del cauce natural de los cuerpos de agua, formando aluviones que arrastran material suelto a través de una ladera, provocando daños materiales y pérdida de vidas humanas a su paso (Bustamante, 2020).

Históricamente han existido varios deslaves de diversa intensidad en Quito. El 25 de febrero de 1975 un fuerte aluvión se formó en la quebrada Pambachupa y llegó hasta el barrio La Gasca, dejando un saldo de cinco heridos, dos fallecidos y varias construcciones y vehículos afectados. En el año 1997 un aluvión cobró la vida de dos personas en el barrio La Comuna, que se encuentra en el mismo sector del barrio La Gasca. El 4 de enero de 1983 un aluvión se produjo en el barrio el Condado, en el sector de la zona noroccidental de la ciudad, provocando la muerte de tres personas y varios damnificados. El 30 de abril de 1983 otro aluvión en el mismo sector ocasiono la inundación de una parte de la pista del aeropuerto. El 22 de marzo de 2019 un aluvión ocasionado por la tala ilegal de árboles afectó el barrio El Pinar Alto, dejando daños materiales. El 17 de septiembre de 2020 un aluvión provocó daños materiales en el sector de Pomasqui. El 31 de enero de 2022 ocurrió uno de los aluviones más

devastadores en la historia de la capital, el cual dejó 28 fallecidos, 52 heridos y grandes daños materiales en los barrios La Gasca y La Comuna (SNGRE, 2022)

Funcionarios municipales atribuyen estos desastres a las intensas lluvias que suelen ocurrir en la capital, sin embargo, expertos en el tema coinciden en que los aluviones no se dan por causas naturales, sino por acciones del hombre como la deforestación descontrolada de laderas, el relleno de quebradas y la poca planificación en la construcción. El estudio “Quebradas y riesgos naturales en Quito 1900-1988” realizado por Pierre Peltre ya advertía el peligro ante aluviones que amenazaba a la ciudad al rellenar sus quebradas y construir proyectos inmobiliarios cerca de las quebradas (Peltre, 1988).

El (Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial, 2015), indica que en el Distrito Metropolitano de Quito existen 182 quebradas que suman 1300 kilómetros, todas presentan daños ocasionados por rellenos, descargas de aguas servidas, escombros y toda clase de desperdicios. Como por ejemplo quebradas Caicedo y Osorio que amenazan al sector del Bosque y el Pinar Alto. En algunas quebradas existen obras de captación para evitar que se produzcan aluviones, sin embargo, no todas se encuentran en buen estado o pueden soportar la gran cantidad de agua que se precipita en la época de lluvias en la capital.

### **Estudios relacionados**

Los proyectos que se menciona a continuación, servirán como referencia para la elaboración de la presente investigación, como se puede observar en la **Tabla 1**.

**Tabla 1***Proyectos relacionados*

<b>Autores</b>	<b>Tema</b>	<b>Año de Publicación</b>
Peltre, Pierre	Quebradas y riesgos naturales en Quito, periodo 1900-1988	1989
Bucheli Valenzuela, Jeremy	Propuesta de plan de uso y ocupación del suelo en base a la evaluación de daños y pérdidas por flujo de lahares y fenómenos hidrometeorológicos en el río Pita.	2019
Peltre, Pierre	Riesgos naturales en Quito.	1989

**Planteamiento del problema**

El Ecuador es un país de inminente riesgo debido a su ubicación en el cinturón de fuego del Pacífico, cuenta con un número considerable de volcanes activos, además es afectado por las corrientes marítimas de El Niño y la Niña, eventos que desencadenan en el país fenómenos naturales como movimientos de masa, erupciones volcánicas, inundaciones, sismos, aluviones, entre otros convirtiéndolo en un país multiamenaza (Avilés & Lizzete, 2009). El fenómeno natural ocurrido el 16 de abril de 2016, dejó en evidencia la falta de planificación, preparación y respuesta por parte de las autoridades locales como nacionales (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018). Ante este acontecimiento en 2018 se creó El Plan Nacional para la Respuesta ante

Desastres, mismo que proporciona protocolos, coordinaciones y articulaciones interinstitucionales (PNRD, 2018).

A pesar de las acciones de respuesta preventivas y de mitigación ante los fenómenos naturales, existe antecedentes de una mala aplicación de los mismos debido a la falta divulgación de la información a la comunidad ocasionando el crecimiento poblacional en zonas de alta vulnerabilidad ante los fenómenos naturales, o la falta de control por las autoridades ante la tala indiscriminada de la cobertura vegetal que funcionan como contenedores y soporte del suelo en las laderas, teniendo como consecuencias la pérdida de vidas humanas por los distintos desastres naturales que han ocurrido en los últimos tiempos (Gonzales, 2016).

La ciudad de Quito ha sufrido constantemente accidentes de origen climático y geomorfológico relacionados con los escurrimientos de superficie perturbados por la urbanización, inundaciones, aluviones, derrumbes y hundimientos. En muchos casos estos accidentes provocaron efectos desastrosos. La planificación territorial y el deterioro ambiental han influido fuertemente en la incidencia de estos eventos (Peltre, 1988)

Las zonas de estudio de la presente investigación son los barrios La Comuna y La Gasca que se encuentran ubicados a las faldas del volcán Pichincha, debido al crecimiento que ha presentado la capital de los ecuatorianos ha generado que las personas construyan sus viviendas en las laderas del volcán quedando expuestas a distintos fenómenos naturales, como lo sucedido el 31 de enero en donde el aluvión cobro más de 25 vidas humanas y cuantiosas pérdidas económicas, de infraestructuras, entre otras.

El objetivo de la presente investigación es desarrollar una propuesta de gestión de suelo, de acuerdo a los instrumentos que establece la LOOTUGS, mediante un diagnóstico territorial y la evaluación de daños y pérdidas de inmuebles ocasionados por el aluvión, además de una modelación en 3D utilizando las nuevas tecnologías de información geográfica con la finalidad de ayudar a los protocolos existentes en el PNRD y así proporcionar información en tiempo real a los tomadores de decisiones para generar soluciones acordes a la realidad.

### **Justificación e importancia**

El actual modelo de crecimiento urbanístico en la ciudad de Quito ha provocado el asentamiento de la población en zonas muy cercanas a quebradas y en las laderas del Pichincha. Esto origina un alto riesgo debido a los aluviones producidos en las épocas de precipitaciones máximas, los cuales ya han generado pérdidas económicas y daños de inmuebles e infraestructura en las zonas vulnerables (Peltre, 1988).

Las personas que viven en las cercanías a las quebradas de la ciudad ya han sufrido y se ven amenazadas por la posibilidad de aluviones. Las construcciones que se encuentran cerca de las quebradas que han sido rellenadas no son aconsejables ya que estas áreas son propensas a inundaciones en los periodos de lluvias intermitentes o por estar situados en laderas inestables. Los daños y pérdidas que se han generado deben ser analizados para uso de los funcionarios del municipio y de los moradores de los barrios afectados (Azañedo & Peralta, 2018).

Es necesario realizar un estudio que cuantifique los daños y pérdidas ante el aluvión más reciente y destructivo que se originó en la quebrada El Tejado el 31 de enero de 2022, para formular una propuesta de gestión de suelo en las zonas de riesgo

de la capital, de manera que las autoridades municipales dispongan de herramientas para la administración del suelo teniendo en cuenta las zonas de alto riesgo ante desastres naturales, con el fin de que se realicen obras para mitigar estas amenazas y desarrollar una mejor planificación urbana que vele por la seguridad de los ciudadanos.

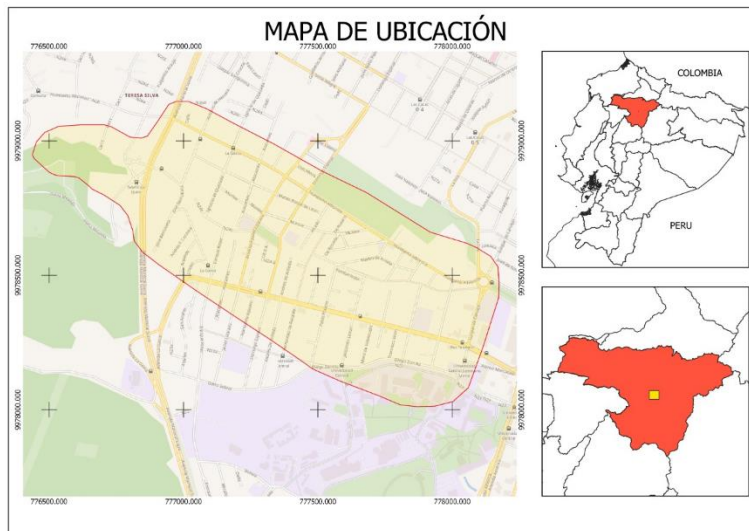
La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, con el fin de proteger el planeta y garantizar el bienestar general de las personas. El presente estudio se alinea al objetivo 11, que es alcanzar que los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Alineándose concretamente a la meta 11.5, que es disminuir en gran medida el número de fatalidades ocasionadas por la naturaleza, dentro de los que se encuentran los relacionados con fenómenos meteorológicos, y disminuir en gran medida las pérdidas económicas relacionadas directamente con desastres en comparación con el producto interno bruto mundial (ONU, 2015).

### **Descripción del área de estudio**

La zona de estudio para la presente investigación comprende el tramo del área de afectación del aluvión generado en la quebrada El Tejado en los barrios de La Comuna y La Gasca ubicados en el Distrito Metropolitano de Quito **Figura 1**.

### **Figura 1**

*Área de estudio*



## Objetivos generales y específicos

### ***Objetivo General***

Desarrollar una propuesta de gestión de suelo para la zona afectada por el aluvión originado en la Quebrada el Tejado, de acuerdo con los instrumentos establecidos en la LOOTUGS, mediante una evaluación de los daños y pérdidas de inmuebles e infraestructuras.

### ***Objetivos específicos.***

- Analizar la situación actual de los barrios afectados a través de aspectos económicos, sociales y ambientales.
- Valorar los daños y pérdidas de los bienes inmuebles e infraestructura.
- Generar un modelo virtual en 3D de la zona de estudio mediante la plataforma informática CityEngine.
- Formular un plan de acción estratégica para la gestión del suelo ante la amenaza de riesgos naturales.

- Elaborar una geodatabase a partir de datos obtenidos del geo portal del Municipio de Quito y una ortofoto de la zona de estudio a escala 1:3000.

### **Metas**

- 1) Matriz de diagnóstico integral de la zona de estudio.
- (1) Escenario modelado de la zona afectada por flujo del aluvión originado en la quebrada El Tejado
- (1) Formulario digital para la toma de datos de los bienes inmuebles e infraestructura en campo mediante el uso de la aplicación Input.
- (1) Mapas de unidades paisajísticas a escala 1:10000
- (1) Modelo digital del terreno a escala 1:10000
- (1) Matriz con el plan de acciones estratégicas
- (1) Informe del avalúo especial de la propiedad, daños y pérdidas
- (1) Geodatabase con información detallada referente a los predios evaluados a escala 1:10000.



## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

#### **Catastro**

Según (Sánchez J. , 2018), se define como la herramienta que asegura un correcto ordenamiento territorial, manteniendo y generando el inventario de los inmuebles existentes en las zonas urbanas y rurales. Comprende las características económicas, físicas y jurídicas de cada predio. Un catastro contiene datos acerca de las propiedades que permiten planificar proyectos estatales con relación a la planificación urbana y rural. También es un registro fundamental para los municipios ya que contiene los datos necesarios para determinar el valor de impuestos.

#### **Ordenamiento territorial**

El ordenamiento territorial es aquel donde se planifican los recursos y actividades para la planificación de un territorio, según sus características culturales y geográficas, también comprende los lineamientos de desarrollo socioeconómico. Este proceso es fundamental en los distintos niveles de gobierno (LOOTUGS, 2016).

De acuerdo al LOOTUGS, los fines que tiene el ordenamiento territorial son: La definición de normas y políticas públicas que supervisen las intervenciones del territorio, el cuidado del patrimonio natural y cultural del territorio y la sostenibilidad en la explotación de los recursos naturales

#### **Amenaza Natural**

La amenaza natural se refiere a un evento físico que provoca una alerta constante por la probabilidad que tiene de causar daños físicos al hombre y su entorno.

La amenaza natural puede ser provocado de deslaves, tsunamis, sismos, hundimientos, erupciones volcánicas, entre otros. Algunas amenazas naturales son resultado de actividad antropogénica como el cambio de uso de suelo, drenajes, rellenos, etc. (Ojeda, 2007).

### **Modelamiento 3D**

El modelado 3D es la representación y descripción de objetos tridimensionales, elaborados en equipos y programas de computación integrando datos bidimensionales y bases de datos, con el fin de crear representaciones visuales de diferentes tipos de datos como geoespaciales, mapas e información de diferentes variables. En la actualidad existen una gran diversidad de programas de modelado 3D que tienen las funciones y herramientas necesarias para todo tipo de necesidades según requieran los diseñadores (Quiñonez, 2019).

### **Precipitación**

La precipitación se refiere a cualquier hidrometeoro como lluvia, llovizna, granizo, nieve, que cae de la atmosfera hacia la superficie terrestre. La cantidad de precipitación que cae sobre algún lugar de la superficie terrestre se lo conoce como pluviosidad. La orografía es un factor muy importante que influye en las precipitaciones, en la gran mayoría de los casos una elevación en el terreno desencadena en un aumento local de precipitaciones (Ojeda, 2007).

### **Plan de ordenamiento territorial (PDOT)**

Un PDOT es un medio de gestión indispensable para la planificación territorial de los GAD. Determina y establece lineamientos para la toma de decisiones del sector privado y público en el nivel local, y su ejecución ayuda al desarrollo sostenible. Se

circunscribe en todo el territorio de la administración, incluyendo las zonas urbanas y rurales (Planifica Ecuador, 2019).

La realización del PDOT se basa en el análisis y conocimiento de los atributos de cada lugar, las necesidades y objetivos de su población; ayuda a la toma de decisiones de las autoridades competentes, dentro de su plan de trabajo. El PDOT contendrá un Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS), la cual su norma técnica y regulación será emitida por el Consejo Técnico de Uso y Gestión de Suelo (Planifica Ecuador, 2019).

### **Sistema de información geográfica**

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema diseñado para recopilar, guardar, modificar, analizar, administrar y representar todo tipo de información espacial. Casi siempre están asociados con información de atributos representados por medio de tablas, que incluyen datos adicionales para cada elemento espacial. La unión de estos tipos de información hace que los SIG sean una herramienta muy importante en la resolución de problemas a través del análisis espacial (OAS, 2011).

Los SIG son empleados en el análisis de problemas, la toma de decisiones y la representación de información geoespacial. Las principales aplicaciones de los SIG son: El posicionamiento de elementos y la relación que tienen con otros elementos, la densidad de elementos en un área determinada, el análisis de un área de interés, que sucede cerca de un elemento o fenómeno y como un área específica cambia a lo largo del tiempo (Alonso, 2008).

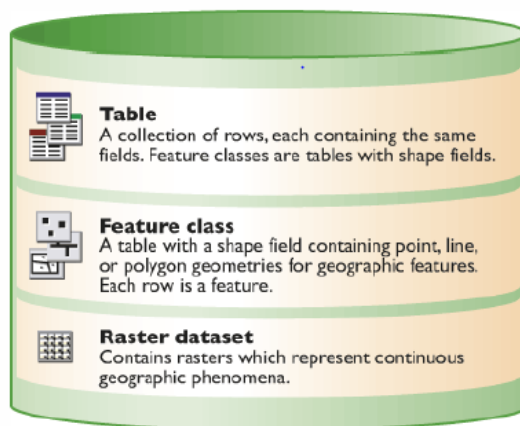
## Geodatabase

Una geodatabase sirve para guardar datos alfanuméricos y espaciales, también sus nexos espaciales. El objetivo es generar un conjunto integrado de datos por medio de leyes y asociaciones topológicas, mediante la estructuración de la información. Como se observa en la **Figura 2**, en una geodatabase pueden existir información de tipo ráster y de tipo vectorial (ESRI, 2021).

Las diversas ventajas de una geodatabase son: ser compatibles con manejadores de datos como: IBM, SQL server, Microsoft Access, Oracle, entre otros. Lo que facilita el manejo de bases de datos corporativas, con el fin que se aprovechen todas las cualidades de los grandes sistemas de bases de datos (ESRI, 2021).

### Figura 2

#### *Elementos de una geodatabase*



*Nota.* Tomada de Elementos de una geodatabase, por ESRI, 2020.

## Suelo

El suelo es el soporte físico en el cual se materializan objetivos y estrategias para el territorio, mediante las acciones que efectúa la población con el objetivo de

alcanzar un desarrollo sostenible. Esto se lo realiza de acuerdo con las dimensiones cultural, social, económica y ambiental (LOOTUGS, 2016).

### Uso de suelo

De acuerdo a la (LOOTUGS, 2016), se puede clasificar al suelo en suelo rural y suelo urbano. El suelo rural principalmente se refiere al desarrollo de actividades ganaderas, acuícolas, turísticas, forestales y agro productivas, respetando al medioambiente. En cambio, el suelo urbano se encuentra conformado por asentamientos humanos con alta cantidad de habitantes que tienen acceso parcial o total a servicios públicos e infraestructura básica, está constituido por un sistema de espacios públicos y privados, como se puede observar en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

*Clasificación y subclasificación del suelo.*

<b>Clasificación</b>	<b>Subclasificación</b>	<b>Descripción</b>
	Consolidado	Posee la totalidad de los servicios, equipamientos e infraestructuras necesarios, y que mayoritariamente se encuentra ocupado por la edificación.
<b>Urbano</b>	No consolidado	No posee la totalidad de los servicios, equipamientos e infraestructuras necesarios, y que requiere de un proceso para completar o mejorar su edificación.
	De protección	Suelo que, por sus características biofísicas, culturales, sociales o paisajísticas, o por presentar factores de riesgo para los asentamientos humanos, debe ser protegido.

<b>Rural</b>	De producción	Destinado a actividades agro productivas, acuícolas, ganaderas, forestales y de aprovechamiento turístico, respetuosas con el ambiente.
	Para aprovechamiento extractivo	Destinado a actividades extractivas de recursos no renovables, garantizando los derechos de la naturaleza.
	De expansión urbana	Suelo colindante con el suelo urbano del cantón, definido en función de las previsiones de crecimiento demográfico, productivo y socioeconómico.
	De Protección	Suelo que, por sus características biofísicas, ambientales, paisajísticas, socioculturales, o por presentar factores de riesgos, merece medidas de protección.

---

*Nota.* Tomada de Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, por Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016.

Los diferentes usos del suelo dependen del aprovechamiento que se le quiera dar a la tierra. Así los usos de suelo de acuerdo al PUOS son: Residencial, recurso natural no renovable, conservación del patrimonio cultural, equipamiento, recurso natural, agrícola residencial, múltiple, área patrimonial, protección ecológica, industrial, producción sostenible. De acuerdo al PUOS se permiten en dichos usos, actividades complementarias según la compatibilidad (LOOTUGS, 2016)

### **Análisis FODA**

El análisis FODA (fuerzas, oportunidades, debilidades y amenazas) es una herramienta que sirve para analizar la situación actual de un proyecto, empresa, institución o persona, con el fin de idear acciones a mediano y largo plazo como se muestra en la **Figura 3**. Se constituye de elementos internos y externos. Los elementos

internos son las fortalezas y debilidades relacionadas con la estructura interna del estudio. Los factores externos son las oportunidades y amenazas que se dan en el entorno que rodea a un proyecto (Ponce, 2007).

La fortaleza es el factor que aporta positivamente al proyecto, que además puede aportar capacidades importantes del proyecto. La debilidad es el factor que produce una vulnerabilidad para el proyecto, afectando de manera negativa en su desempeño. Una amenaza es un factor externo al proyecto que no depende de la organización. Una oportunidad es un factor externo al proyecto que aporta positivamente a lograr sus objetivos (Ponce, 2007).

### Figura 3

*Elementos de un análisis FODA*



*Nota.* Tomado de Análisis FODA y sus aplicaciones, por Infoautónomos, 2020.

### **Evaluación Económica**

Una evaluación económica se refiere a la identificación, cuantificación y valoración de los insumos y resultados actividades alternativas, para luego realizar un análisis comparativo de dichas actividades. El fin de una evaluación económica es determinar las acciones más adecuadas, según la evidencia que se encuentre disponible (Endara, 2009).

### **Cuantificación de daño**

Se define como costo económico calculado a partir del estudio de la afectación a bienes materiales que incluye el daño a edificaciones, infraestructura y toda la logística que implica la movilización de maquinaria, equipos y personal que son empleados para la atención de una emergencia (Sánchez, 2017).

### **Valoración de la construcción.**

Se refiere al valor que se les da a las edificaciones con sus adicionales constructivos de ser el caso. La valoración se la hace a partir de valores y criterios técnicos establecidos en una norma técnica para la valoración. Esta valoración servirá como punto de partida servirán de base para calcular los avalúos de la construcción y adicionales constructivos (DMQ, 2019).

### **Modelo digital del terreno.**

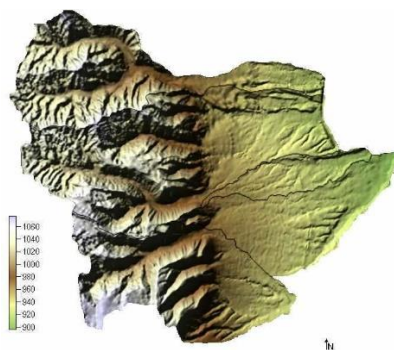
Se refiere a la agrupación estructurada de datos cuantitativos que muestran cómo está distribuido espacialmente una variable de la superficie terrestre, sin tomar en cuenta la vegetación y otros factores antrópicos que se encuentran en la zona de estudio. Sirve para comprender de mejor manera la distribución del terreno con la ayuda de herramientas SIG, mediante la generación de modelos con los que se obtienen



valores para el eje vertical en la zona de estudio, como se puede observar en la **Figura 4**. (Felicísimo, 2011).

#### **Figura 4**

*Modelo digital de elevación*



*Nota. Modelo Digital de Elevaciones (MDE), por Researchgate, 2020.*

#### **Ortofoto**

Es una fotografía que tiene las propiedades de una proyección ortogonal y su escala es la misma. Se forma a partir de una fotografía mediante rectificación diferencial, y se realizan procesos fotogramétricos a fotos aéreas. Deben cumplir una serie de condiciones como: estar georreferenciadas, rectificadas, corregidas geoméricamente y radiométricamente (INEGI, 2003)

#### **Georreferenciación.**

La georreferenciación se refiere a la asignación de una localización geoespacial a elementos cartográficos mediante el uso de coordenadas de mapa. Todas las entidades en un mapa tienen una extensión específica y una ubicación geográfica con los cuales se puede ubicarlos en la superficie terrestre. Es de suma importancia poder

localizar de manera precisa entidades geográficas tanto en la representación cartográfica como en SIG (Dávila, 2012)

### **Objetivos de desarrollo sostenible**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una serie de objetivos y estrategias para alcanzar un futuro sostenible para la humanidad. Tratan sobre los retos mundiales que tenemos que afrontar, dentro de los cuales están el cambio climático, la justicia, la desigualdad, la pobreza, la paz, la justicia y la degradación ambiental. Los 17 Objetivos están interconectados y, es importante lograrlos todos para el año 2030 (ONU, 2015).

### **Constitución del Ecuador.**

La constitución del Ecuador establece en su artículo 264, numerales 1 y 2 de la Norma Suprema que los gobiernos municipales tienen la tarea de establecer la planificación del desarrollo cantonal y elaborar los planes de ordenamiento territorial, como apoyo para la articulación de la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y ocupación del suelo urbano y rural (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

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

El fin que tiene esta ley es establecer las normas y bases para ejecutar el ordenamiento territorial y el uso adecuado en la gestión del suelo urbano y rural. De esta manera se incentiva el desarrollo equilibrado y equitativo del suelo, cumpliendo los derechos de un hábitat seguro, ambiente saludable y vivienda adecuada (LOOTUGS, 2016).

## **Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)**

El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización, en su artículo 467 establece los lineamientos para el cumplimiento de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT), el cual es de carácter obligatorio para todos los gobiernos autónomos descentralizados, también deben actualizarlos al principio de cada gestión. Sirven como apoyo en la elaboración de proyectos, planes operativos e instrumentos presupuestarios de los gobiernos (COOTAD, 2010).

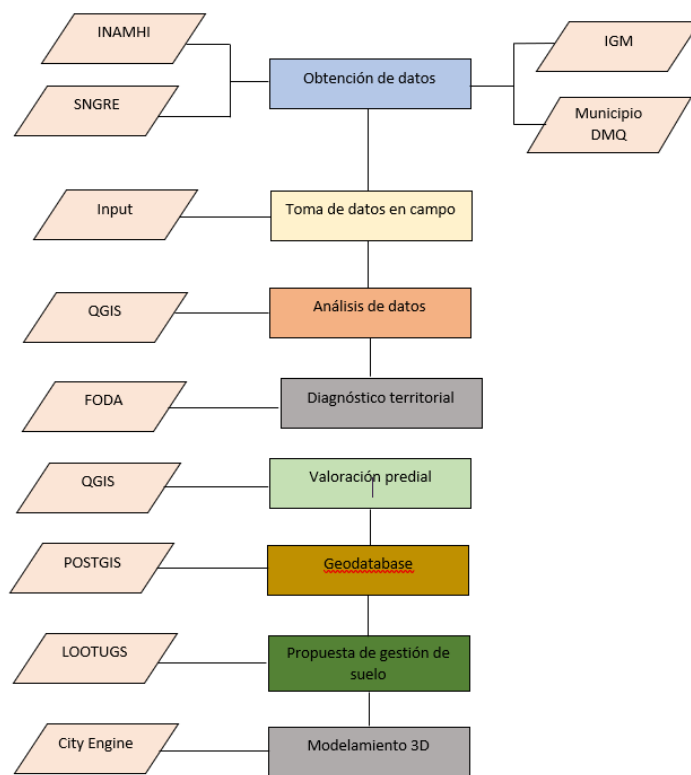
### **Capítulo 3**

#### **Metodología**

En el presente capítulo se detalla de manera secuencial la metodología que se va a utilizar para el desarrollo del proyecto. Primero se debe obtener y almacenar la información geoespacial para el desarrollo del análisis de datos, a partir del cual partirá el diagnóstico territorial y la valoración predial. Luego en la etapa de la planificación territorial se determinará la propuesta de gestión del suelo y el modelamiento 3D. La metodología utilizada en este proyecto se detalla en la **Figura 5**:

#### **Figura 5**

Metodología



### Recopilación de información

Para la recopilación de los datos geoespaciales se tomó información principalmente del geo portal del Municipio de Quito, y también se tomaron datos del Instituto Geográfico Militar. Se recopiló esta información en formato .shp y .cad, que sirvió como base para el posterior levantamiento de información en campo. Se ordenó los datos de acuerdo a los componentes generales para el diagnóstico.

Una vez recopilada la información disponible de instituciones públicas, se procedió a levantar información en campo. Primero se tomó una ortofoto de la zona de estudio con un dron DJI Phantom 4. Las especificaciones técnicas de vuelo se indican en la **Tabla 3**. Esta ortofoto fue de utilidad para la digitalización de los predios estudiados, y para realizar el modelo 3D del aluvión.

**Tabla 3**

*Especificaciones técnicas del vuelo.*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Altura de vuelo	100m
Traslape longitudinal	80%
Traslape transversal	80%
Dirección de líneas de vuelo	Diagonales
Número de baterías	2
Velocidad de vuelo	9 m/s
Tiempo de vuelo	20 min

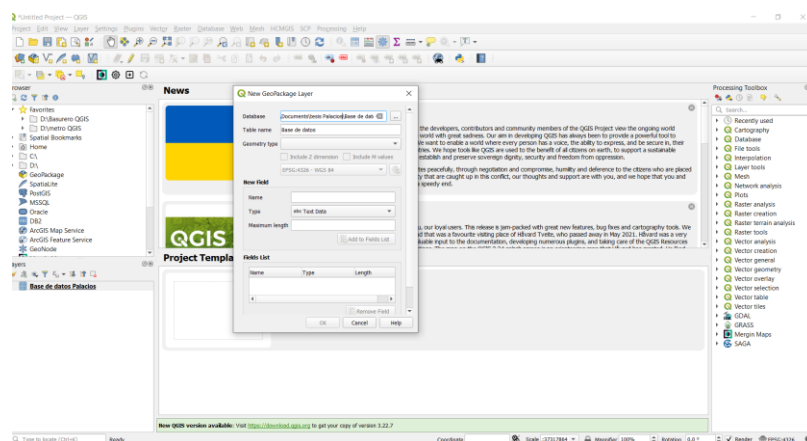
### Almacenamiento de la información

Luego de la recopilación de datos tomados de diversas fuentes públicas y del levantamiento de campo, esta fue almacenada en una base de datos en formato

GeoPackage (.gpk) mediante el programa QGIS, el cual permite gestionar la información geoespacial como se puede observar en la **Figura 6**

### Figura 6

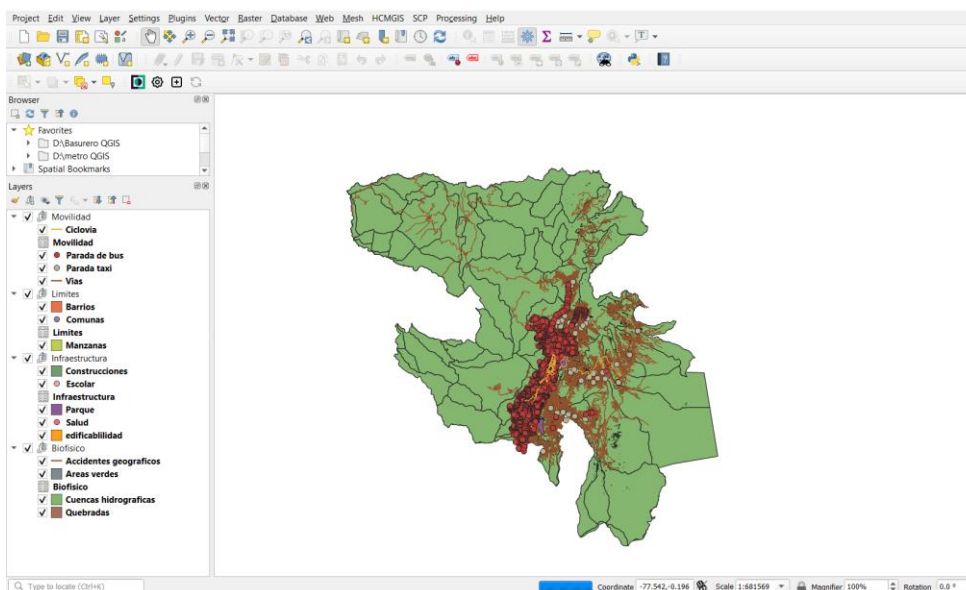
Creación de base de datos en QGIS



La información recolectada fue organizada por categorías, para lo cual se realizó los feature dataset para las categorías biofísico, infraestructura, límites y movilidad, con el fin que sea más sencillo acceder a los datos requeridos. Finalmente se vinculó la base de datos con el software libre QGIS, que permite la creación, manipulación, análisis, visualización y representación de los datos recopilados anteriormente, como se puede observar en la **Figura 7**:

### Figura 7

*Almacenamiento en la base de datos de QGIS*



### Levantamiento de información catastral.

Sé recopiló la información del estado de las construcciones mediante una ficha catastral digital elaborada en el software libre QGIS, para lo cual se digitalizo los predios con la ayuda de la ortofoto, y en la tabla de atributos de la capa se crearon los campos numéricos y de texto necesarios para la valoración de las construcciones. Se configuro los campos para crear menús desplegables con las opciones que se deben introducir en la ficha para optimizar el levantamiento de la información y reducir la posibilidad de cometer errores como se puede observar en la **Figura 8**.

### Figura 8

*Ficha catastral*

id	cat	cat_id	cat_idg	prop	Numero de ficha	Fecha	Origen	Sector	Area construcion	Acabados	Estado construcion	Tipos construcion	Etica construcion	Uso construcion	Definicion
1	1	2145813	001001001	2	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
2	2	2145813	001001002	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
3	3	2145817	001001001	1	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
4	4	2145819	001001004	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
5	5	2145811	001001005	3	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
6	6	2145818	001001005	2	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
7	7	2145821	002001001	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
8	8	2145873	001001001	1	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
9	9	2145556	001001001	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
10	10	2145854	001001002	2	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
11	11	2145857	002001001	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
12	12	2145529	002001001	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
13	13	2145843	001001001	1	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
14	14	2145670	001001002	3	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
15	15	2145689	001001003	4	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
16	16	2145871	001001004	1	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
17	17	2145572	002001001	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
18	18	2145815	001001001	2	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
19	19	2145536	001001002	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
20	20	2145538	001001003	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
21	21	2145817	001001004	2	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07
22	22	2145889	001001005	1	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02	NO02
23	23	2145814	001001005	1	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07	NO07

Para llenar la ficha catastral en campo se utilizó la aplicación móvil para Android Input, la cual permite abrir el proyecto creado en QGIS y modificar los valores de la tabla de atributos, los cambios realizados en campo se sincronizan automáticamente con QGIS una vez que se conecte el dispositivo móvil a internet. Posteriormente se realizará el análisis del daño a las construcciones como se puede observar en la **Figura 9**.

**Figura 9**

*Levantamiento de información de campo*





## Capítulo 4

### Análisis de la información

#### Análisis catastral

Una vez recopilada y almacenada la información geoespacial, que será utilizada como insumo para caracterizar el territorio, se determinó el avalúo de las construcciones en la zona de afectación. La valoración de los bienes inmuebles afectados se los realizó con base en la Norma Técnica para la Valoración de Bienes Inmuebles Urbanos y Rurales del Distrito Metropolitano de Quito.

El avalúo del bien inmueble se encuentra compuesto por: el valor del suelo total corregido por los diferentes factores más el valor de las construcciones y los adicionales constructivos en caso que los haya. Para lo cual la expresión matemática es:

$$Apu = Vt + Vc + Va$$

Donde:

Apu = Avalúo del predio urbano

Vt = Valor del terreno

Vc = Valor de la construcción

Va = Valor de los adicionales constructivos

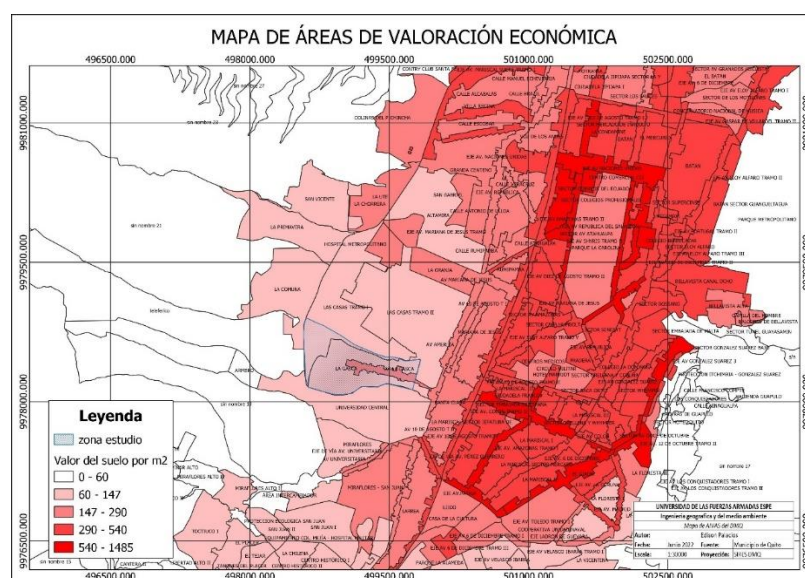
#### **Valor del terreno**

Para la determinación del valor del terreno, se definirán polígonos valorativos, que son zonas homogéneas en cuanto a sus características y comportamientos, a los que se les denomina como: áreas de intervención valorativas (AIVA).

La determinación del valor por metro cuadrado del AIVA se obtiene mediante estudios de mercado inmobiliario, los que son sometidos a procesos de homogeneización mediante factores de corrección establecidos en la norma utilizada para este estudio. En la **Figura 10** se puede observar el mapa con los valores por metro cuadrado de terreno en la zona de estudio.

**Figura 10**

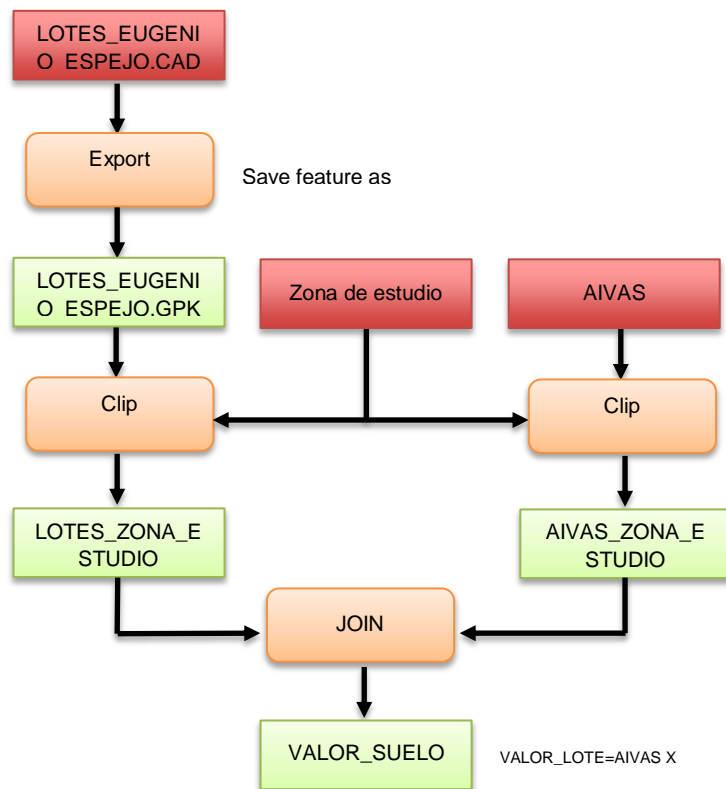
*Mapa de áreas de valoración económica*



Para determinar los lotes en la zona de estudio se utilizó el catastro del año 2022 de la Administración Zonal Eugenio Espejo, que se encuentra disponible en el geoportal del municipio de Quito. El catastro se encuentra en formato CAD, por lo que se realizó una conversión a formato GPKG para poder trabajar en QGIS, luego se recortó las capas de los lotes y del AIVAS a la extensión de la zona de estudio y se realizó una operación vectorial de tipo “Join” para obtener el valor del suelo de cada lote en la zona de estudio, como se puede observar en la **Figura 11**.

**Figura 11**

*Diagrama de flujo del proceso para determinar el valor de lote*



Para obtener el valor del suelo de cada lote, en la tabla de atributos de QGIS se multiplica el AIVA por el área de cada lote, como se puede observar en la **Figura 12**. El AIVA en la zona de estudio varía entre los 110 y 150 dólares por metro cuadrado.

### Figura 12

*Valor de suelo*

fid	fid_2	objectid	cat_ava_1	codigo	tipo	parroquia	descripcion	Area	AVA	Valor Lote
1	61	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	30.962890625	110	3405.91796875
2	107	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	35.39990234375	110	3893.9892578125
3	593	5	2152	5459 04010007	URB	BELISARIO QUE...	LA GASCA	59.66650390625	125	7458.31298028...
4	1004	6	2153	5460 04010008	URB	BELISARIO QUE...	AV LA GASCA	59.66650390625	150	8949.9755899375
5	103	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	83.14013671875	110	9145.4150390625
6	93	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	89.208984375	110	9813.98838125
7	104	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	91.50390625	110	10065.4296875
8	100	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	96.73340334375	110	10418.3642578...
9	87	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	104.3642578125	110	10583.4423028...
10	90	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	106.6038984375	110	10649.38984375
11	102	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	109.870556640...	110	10987.0556640...
12	89	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	110.5478515625	110	11054.78515625
13	747	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	125.9625234414...	125	12596.25234414...
14	86	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	113.843544875	110	11384.3544875
15	587	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	125.9625234414...	125	12596.25234414...
16	85	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	123.017919921...	110	12301.7919921...
17	83	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	123.936376853...	110	12393.6376853...
18	82	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	123.9455078125	110	12394.55078125
19	48	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	135.98.75	110	13598.75
20	570	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	154.53.125	125	15453.125
21	124	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	142.33.8818359...	110	14233.8818359...
22	732	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	161.74.8657226...	125	16174.8657226...
23	86	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	144.44.8583984...	110	14444.8583984...
24	53	1	499	5458 04010006	URB	BELISARIO QUE...	LAS CASAS TRA...	150.95.7275390...	110	15095.7275390...

### **Valor de la construcción**

Para la valoración de edificaciones, obras complementarias y otros adicionales constructivos se utilizó el enfoque del costo de reposición, el cual consiste en considerar al bien como nuevo y depreciarlo por su edad, vida útil del material y estado de conservación

El costo del metro cuadrado de la construcción nueva, se calculó mediante la aplicación de factores, coeficientes y valores de relación entre variables. Los valores del metro cuadrado de construcción por cada tipología incluyen costos directos e indirectos. Los valores del metro cuadrado para este tipo de tipologías, se aplican para las construcciones cubiertas según la Ordenanza de Valoración de Municipio.

Las variables que se recopilaban en campo para poder determinar el valor de las construcciones fueron:

### **Tipologías constructivas**

Se utilizaron los tipos de construcciones que se identifican masivamente Quito y mediante la relación de las: estructura, número de pisos y categoría de acabados

exteriores, y con el desarrollo de los APUS (Análisis de Precios Unitarios), se cuantifico los precios por metro cuadrado de cada una de las tipologías constructivas generadas.

Las tipologías identificadas se indican en la **Tabla 4**.

**Tabla 4**

*Tipologías constructivas.*

<b>Estructura</b>	<b>Cantidad</b>
Hormigón armado	8
Acero/Metálico	8
Ladrillo/Bloque	9
Adobe/Tapial	7
Madera	9
Piedra	4
Caña guadua	5
Cercha porticada	6
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

### ***Número de pisos***

Se refiere al número de pisos construidos en función del tipo de estructura empleada y si lo permiten las normas de regulación urbana.

### ***Acabados exteriores***

Debido a que se realizó una valoración de carácter masivo, se consideraron los elementos externos de la edificación, tanto en paredes, cubierta, vidrios, marcos de ventanas y puerta frontal. De acuerdo a estos se generaron seis categorías de acabados

- Popular
- Económico
- Normal

- Primera
- Lujo
- Especial

La categoría se determinará a través de la sumatoria de los pesos establecidos por la calidad del material e influencia del costo en la construcción de los acabados.

Los rangos para establecer las categorías de acabados exteriores según la sumatoria de pesos, es la que se puede observar en la **Tabla 5**.

**Tabla 5**

*Categoría de acabados*

Categoría de acabados		RANGOS
A	Popular	0-23
B	Económica	24-48
C	Normal	49-79
D	Primera	80-121
E	Lujo	122-187
F	Especial	188-289

### ***Estado de conservación***

Se refiere a las condiciones físicas en las que se encuentra la construcción, por lo general se trata de un criterio objetivo, luego de inspeccionar todas las variables de conservación de la edificación.

Según el estado de conservación que presentan las construcciones, se utilizarán las calificaciones de la **Tabla 6**.

**Tabla 6***Estado de conservación*

<b>Descripción</b>	<b>Factor</b>	<b>Estado del inmueble</b>
Muy bueno	1.00	Nuevo, sin reparaciones sin rastros de uso
Bueno	2.00	Usado, o nuevo con signos de deterioro
Regular	3.00	Usado, o nuevo, con requerimiento de reparaciones entre el 10% y el 50%
Malo	4.00	Usado, o nuevo, requiere reparaciones de más del 50%

Para el avalúo de construcciones en las zonas urbanas DMQ, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Avcc = Ac * Vu * Fcc$$

Donde:

Avcc = Avalúo de la construcción cubierta

Ac = Área de la construcción en m<sup>2</sup>

Vu = Valor unitario en USD/m<sup>2</sup> de la construcción nueva

Fcc = Factor de corrección de la construcción cubierta (factor uso, número de pisos, etapa de la construcción y depreciación)

Para calcular el factor de corrección de la construcción cubierta, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Fcc = fu * fa * fdp$$

Donde:

Fcc = Factor de corrección de la construcción

Fu = Factor de uso

Fa = Factor de avance de la obra según la etapa de construcción

Fdp = Factor de depreciación de la construcción

### ***Factor de uso***

Se refiere al uso principal para el que fue construida o remodelada (parcial o total) la unidad constructiva. Por ejemplo, las edificaciones destinadas a uso habitacional, centros comerciales, oficinas, salud u otros.

### ***Factor de avance la obra según la de construcción***

Es la fase en la que se encuentra la construcción al momento de la toma del dato catastral. Para efectos de esta valoración las etapas son: en cimentación, en estructura, en obra gris, en acabados y terminada. El factor de avance se puede encontrar en el **Anexo 3**.

### ***Factor de depreciación de la construcción***

Para obtener el valor de una construcción usada, se aplicó la siguiente fórmula de depreciación:

$$fdp = (R + (1 - R)(1 - D))$$

Donde:

Fdp = Factor de depreciación de la construcción

R = Porcentaje no depreciable

1 - R = Porcentaje depreciable



D = Porcentaje que se aplica por depreciación

### ***Depreciación física***

Para la depreciación física por la edad de la construcción, se empleó el método de la línea recta, el que considera que la depreciación es una función lineal de la edad de la edificación con variación uniforme a lo largo de su vida útil.

La expresión matemática a utilizarse será:

$$D = \frac{EC}{Vu} * 100$$

Donde:

D = Porcentaje de edad

EC = Edad de la construcción

Vu = Vida útil de la construcción

### ***Porcentaje no depreciable***

Se refiere a la parte de la construcción que se puede reciclar final de la vida útil.

Para efectos de la valoración y empleo de la fórmula de depreciación y en consideración al tipo de estructura y altura de la edificación, se establece la tabla de vida útil y porcentaje de valor residual.

***Construcciones a las que se las ha intervenido o reformado con proceso de rehabilitación.***

Existen construcciones que por el estado de la misma han sido intervenidas o reformadas con el fin de mejorar sus condiciones, estos procesos pueden ser: rehabilitación, restauración, revitalización, etc.

Para la valoración de la construcción, en caso que exista reformas, se tomará en cuenta las siguientes consideraciones:

- Año de reforma ( $A_r$ )
- Tipo de reforma
- Fecha de antigüedad

$$F_a = (A_c + (A_r - A_c) * I_r)$$

Donde:

$F_a$  = Fecha de antigüedad por reforma

$A_c$  = año de construcción

$A_r$  = año de la intervención o reforma realizada

$I_r$  = índice de reforma

Los tipos de reforma que existen son los que se pueden observar en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**

*Tipos de reforma*

<b>Tipo de reforma</b>	<b>Factor</b>
Reforma mínima	0.25
Reforma media	0.50
Reforma total	0.75
Reforma integral	1.00

### **Estimación de daños y pérdidas a bienes inmuebles.**

La estimación de daños materiales a los bienes inmuebles se los realizó en campo, estableciendo el porcentaje de afectación de las construcciones, para obtener así el valor económico de los daños de acuerdo a la valoración de las construcciones. Como existen construcciones que están proceso de reformación, se tomó en cuenta el porcentaje de avance de obra para así obtener el valor final actual de las construcciones mediante la siguiente formula:

$$V_{cf} = P_{cu} - P_{cu} * D * (1 - R)$$

Donde:

V<sub>cf</sub> = Valor de la construcción final

P<sub>cu</sub> = Precio de la construcción usada

D = % de daño por aluvión

R = % de avance de reforma

Todos los cálculos para obtener el avalúo de los bienes inmuebles se los realizó mediante el programa QGIS con su herramienta "Field Calculator", como se puede observar en la **Figura 13**. Los códigos se los puede encontrar en los anexos de este proyecto de investigación.

### **Figura 13**

*Tabla de atributos en QGIS*

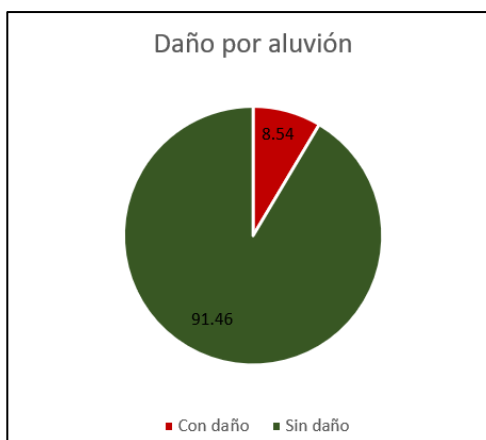
	% daño aluvion	Valor daño	lor final construcci
2	0.4	26791.835808	58942.0387775...
5	0.4	22343.7708	51390.67284
3	0.25	21813.48951375	87253.958055
9	0.4	21212.9741459...	53032.4353649...
3	0.2	19743.38436	98716.9218
4	0.25	19511.074691	74142.0838258
3	0.6	18868.1518367...	18239.2134422...
1	0.5	18548.02806255	25967.2392875...
5	0.25	17401.620450375	66126.1577114...
3	0.5	14815.7639399...	20742.069516
5	0.3	14557.4876580...	48524.9588600...
4	0.25	14295.846235	48605.877199
1	0.3	13642.7351403...	44111.5102871...
5	0.25	13181.3035200...	52725.2140800...
5	0.5	12031.9142625	21657.4456725...
9	0.2	11311.783938	55427.7412962
5	0.4	11170.4320000...	25691.9936000...
9	0.4	11167.0601943...	20100.7083498...
7	0.5	9919.24328999...	17854.6379219...
2	0.3	9903.17361599...	24097.7224656
3	0.3	9822.10095359...	26847.07593984
4	0.4	9590.40576	17262.730368
2	0.4	9556.068928	22934.5654272...
3	0.4	9537.11231200...	14401.03959112

Como resultado se obtuvo que se produjeron daños que van desde los USD 1077.60 hasta los USD 26791.83. El valor total del daño a bienes inmuebles calculado es de USD 684.360,12. A continuación, se encuentra el resumen de la información catastral analizada.

El 8.54% del total de las construcciones estudiadas, es decir 95 construcciones presentan daños por el aluvión, como se puede observar en la **Figura 14**.

## Figura 14

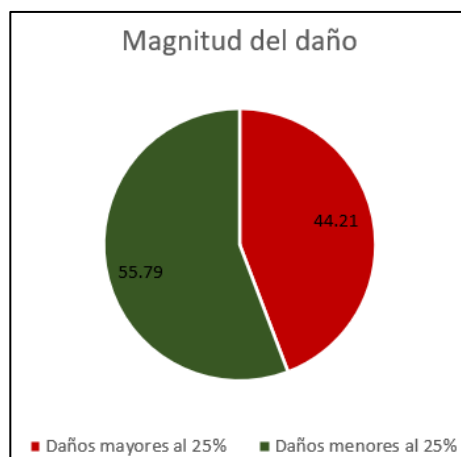
*Daño por aluvión*



En la **Figura 15** se puede observar que el 44.2% de las construcciones afectadas, es decir 42 construcciones registran un daño mayor al 25% del total de sus elementos

**Figura 15**

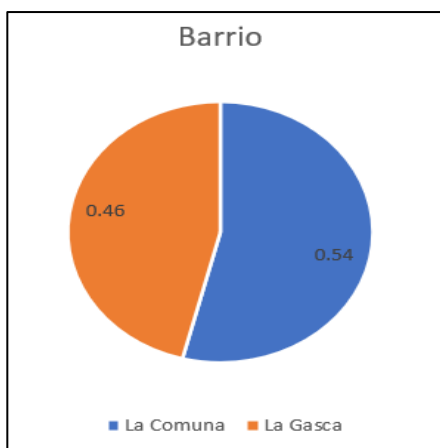
*Magnitud del daño*



De las construcciones afectadas el 54%, es decir 51 construcciones se encuentran en La Comuna y el 46%, es decir 44 construcciones se encuentran en el barrio de La Gasca, cómo se puede observar en la **Figura 16**.

**Figura 16**

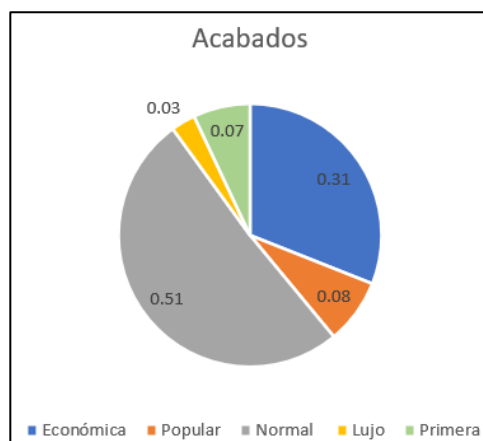
*Daños del aluvión por barrio.*



En lo que se refiere al nivel de acabados de las construcciones afectadas, cómo se puede observar en la **Figura 17**, el 51% tienen acabados normales, 29% acabados económicos, 8% acabados populares, 7% acabados de primera y 3% acabados de lujo.

**Figura 17**

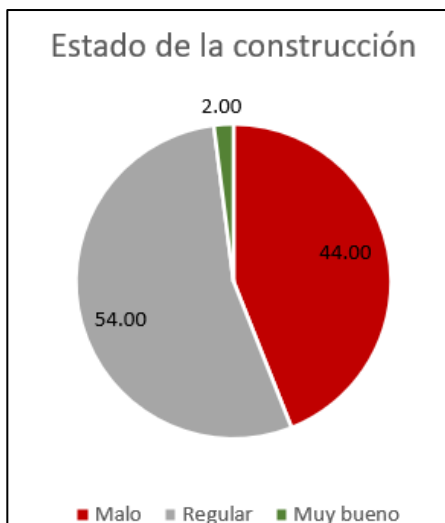
*Tipos de acabados*



El estado de las construcciones afectadas en su mayoría es regular con el 54%, sin embargo, un 44% de las construcciones aún se encuentran en mal estado, y apenas un 2% en muy buen estado, cómo se puede observar en la **Figura 18**.

**Figura 18**

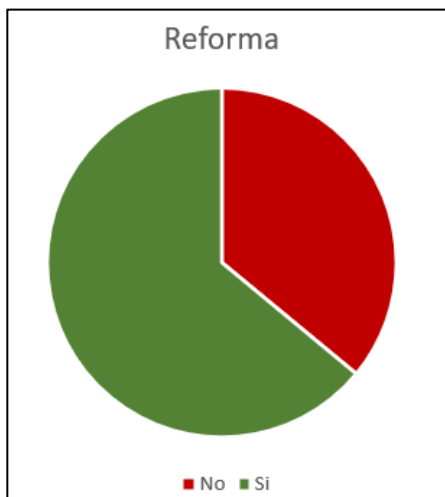
*Estado de la construcción.*



Cómo se puede observar en la **Figura 19**, de todas las construcciones afectadas la mayoría de construcciones ya están en proceso de reformación con un 64%.

**Figura 19**

*Construcciones en proceso de reformación*



### **Estimación de daños y pérdidas a bienes muebles.**

Los bienes muebles son aquellos que por sus características y naturaleza pueden ser transportados de un lugar a otro de manera sencilla sin perder su integridad ni funcionalidad, por lo tanto, este tipo de bienes son lo contrario a los bienes inmuebles los cuales no pueden moverse de un lugar a otro (Donoso, 2018).

Debido a la naturaleza de los bienes muebles no se pudo cuantificar las pérdidas de estos de manera directa en campo, por lo que se recurrió a la investigación en fuentes confiables como reconocidos medios de comunicación para obtener una estimación de los daños y pérdidas a bienes muebles.

En este sentido La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (Aeade) se solidarizó con los afectados, y con la ayuda de otras compañías ofrecieron reparar gratuitamente los vehículos afectados por el aluvión, siendo beneficiarios todos los autos que tengan y no tengan seguro (El Telégrafo, 2022).

Esta iniciativa fue autónoma y no tuvo ninguna relación con alguna institución gubernamental, sin embargo, tuvo un acercamiento con la secretaría de productividad del municipio, que tuvo el rol de remitir los casos de las personas damnificadas (El Telégrafo, 2022).

El número de vehículos afectados por el aluvión llegó a ochenta entre automóviles, motocicletas, camiones y busetas. Muchos de estos eran vehículos de trabajo. Para la reparación de estos vehículos más de una decena de talleres, concesionarios, negocios de autopartes, y servicios de winchas se unieron para reparar de forma gratuita o a bajo costo los vehículos afectados. Se estimó los daños de estos vehículos en un valor de USD 320.000 (Primicias, 2022).



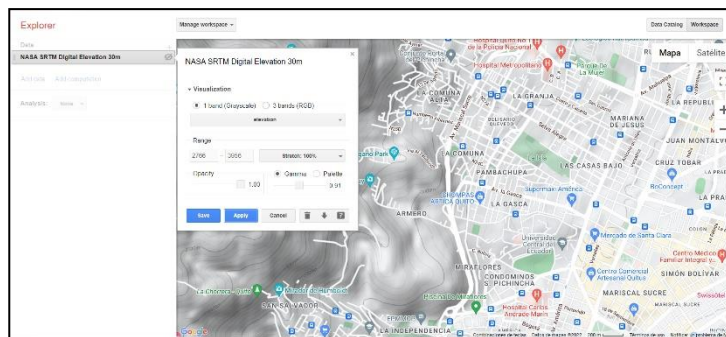
Las familias damnificadas de La Comuna y La Gasca recibieron electrodomésticos por parte del gobierno el día 16 de febrero de 2022, estos artefactos fueron una donación por parte del Gobierno de China, en total se entregaron 360 electrodomésticos. La donación incluyó lavadoras, licuadoras, cocinas y refrigeradoras, estimado en un valor de USD 70.000 (El Comercio, 2022).

### Modelo de realidad aumentada

Para la elaboración del modelo en realidad aumentada primero se descargó el MDT de la página oficial de Google Earth Engine, la cual es una extensión de la Agencia Espacial “NASA” para obtener la superficie del modelado, como se puede observar en la **Figura 20**.

### Figura 20

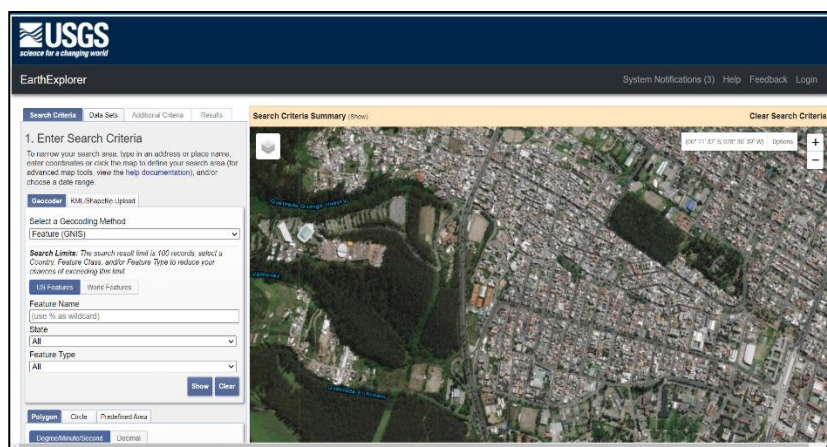
MDT Google Earth Engine.



A continuación, se descargó una imagen satelital de la plataforma de la USGS (U.S Geological Service), como se observa en la **Figura 21**, que también es una extensión proporcionada por la Agencia Espacial “NASA”, la cual sirvió para poder obtener la textura del modelo (ver figura 2).

Figura 21

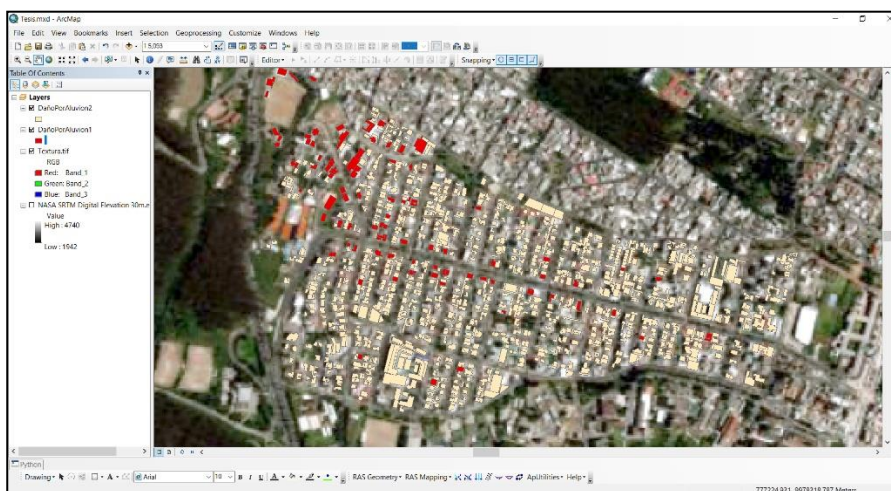
Plataforma USGS



Luego se cargó el DEM y la imagen satelital al software ArcGIS, junto con la imagen satelital obtenida y la información de los predios levantada en la zona de estudio y se lo separó por la cantidad de daño causado por el aluvión como se muestra en la Figura 22.

Figura 22

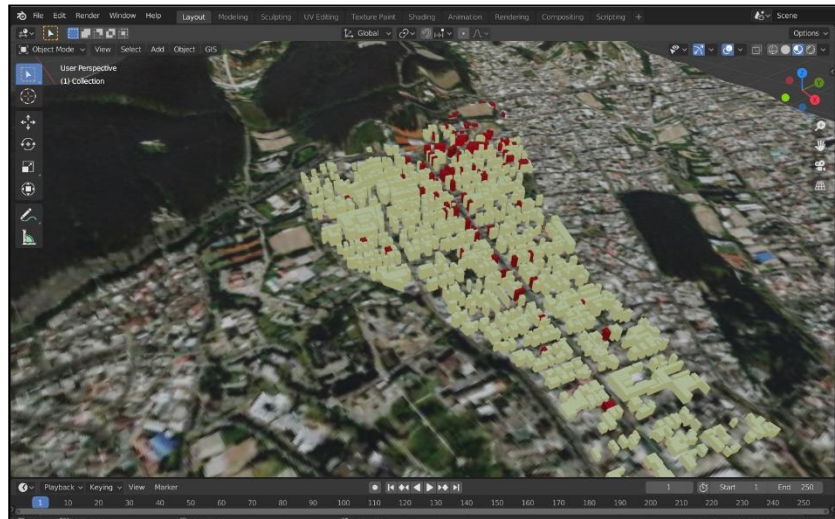
Información cargada en ArcGIS



Una vez obtenido los insumos se procedió a cargarlos en el software Blender, primero se procedió a cargar el DEM. Luego se cargó la textura y finalmente el shapefile del catastro como se muestra en la **Figura 23** a través de la herramienta “GIS” luego en importar y finalmente en importar shapefile.

### Figura 23

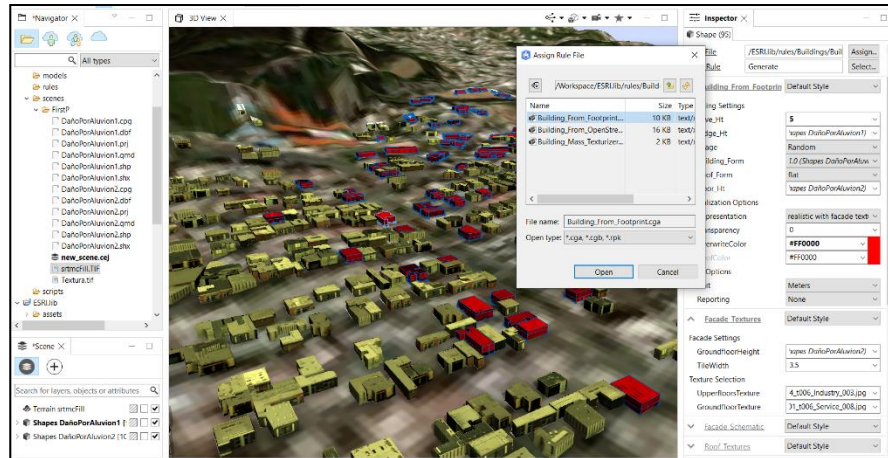
*Software Blender*



Luego se procedió a exportar los insumos en formato (.obj) para que puedan ser cargados en el software Unity. En el software CityEngine se cargan el DEM y los shapefile del catastro con la finalidad de proporcionarles la altura de los pisos y la textura como se muestra en la **figura 24**.

### Figura 24

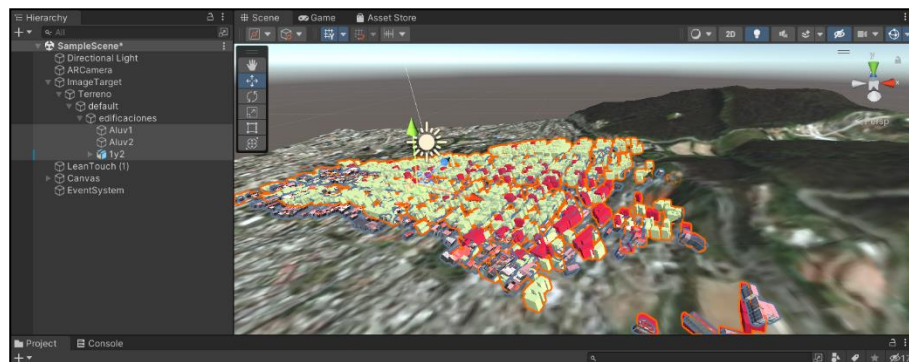
*Software CityEngine*



Seguido se exporto estos nuevos shapefile texturizados al software Unity, se creó un nuevo proyecto y se procedió a cargar los insumos que hemos obtenido en el proceso, como se puede observar en la **Figura 25**.

**Figura 25**

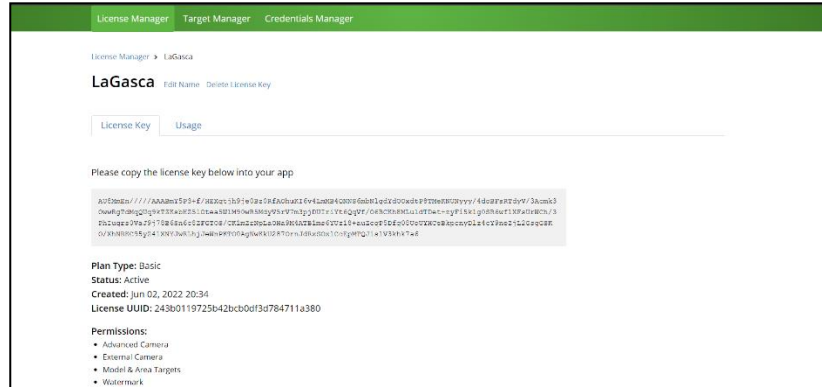
*Software Unity*



En la página oficial de Vuforia se procedió a descargar la estructura del programa con la cual se pudo realizar la realidad aumentada. Además, se procedió a descargar la licencia para el apk con el cual se concederá una licencia estudiantil con un máximo de visualizaciones por mes de 1000, como se puede ver en la **Figura 26**.

Figura 26

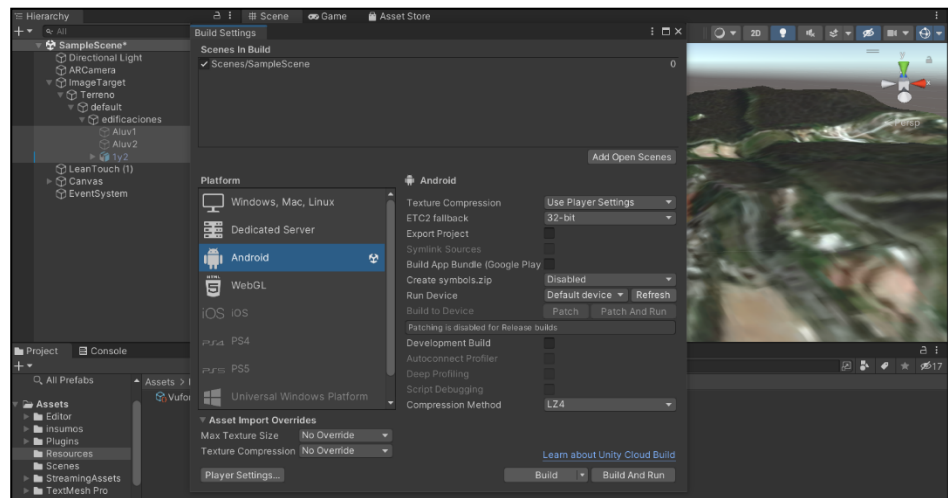
Licencia estudiantil Vuforia



Seguido, en el software Unity se implementó la estructura y la licencia con el cual se pudo obtener el APK del trabajo realizado, de la visualización del catastro que afecto a la zona de estudio, como se puede observar en la **Figura 27**. Finalmente, se procedió a visualizar en el dispositivo móvil el resultado.

Figura 27

Resultado modelo realidad aumentada



## Capítulo 5

### Planificación territorial

En la propuesta de gestión se analizó diferentes variables que afectan a los barrios estudiados. Para ello se usó como una herramienta de análisis la matriz FODA, con la que se identificó las necesidades de la zona de estudio para posteriormente desarrollar la propuesta. En este análisis se tomaron los componentes: biofísico, social y económico. Las variables seleccionadas se las puede observar en la **Tabla 8**.

**Tabla 8**

*Variables explicativas*

<b>Componentes</b>	<b>Variables</b>
Biofísico	Hidrografía
	Susceptibilidad a inundación
	Cobertura vegetal
	SMNAP
Social	Crecimiento poblacional
	Salud
	Educación
Económico	Uso de suelo
	Actividades comerciales
	Estrato económico
	Daño por aluvión
	Construcciones

Se recopilaron datos estadísticos y geospaciales para caracterizar las variables establecidas anteriormente, además se complementó con la revisión de la normativa legal vigente, así como el estudio de proyectos afines realizados. Para la representación y análisis de los datos se utilizaron Sistemas de Información Geográfica.

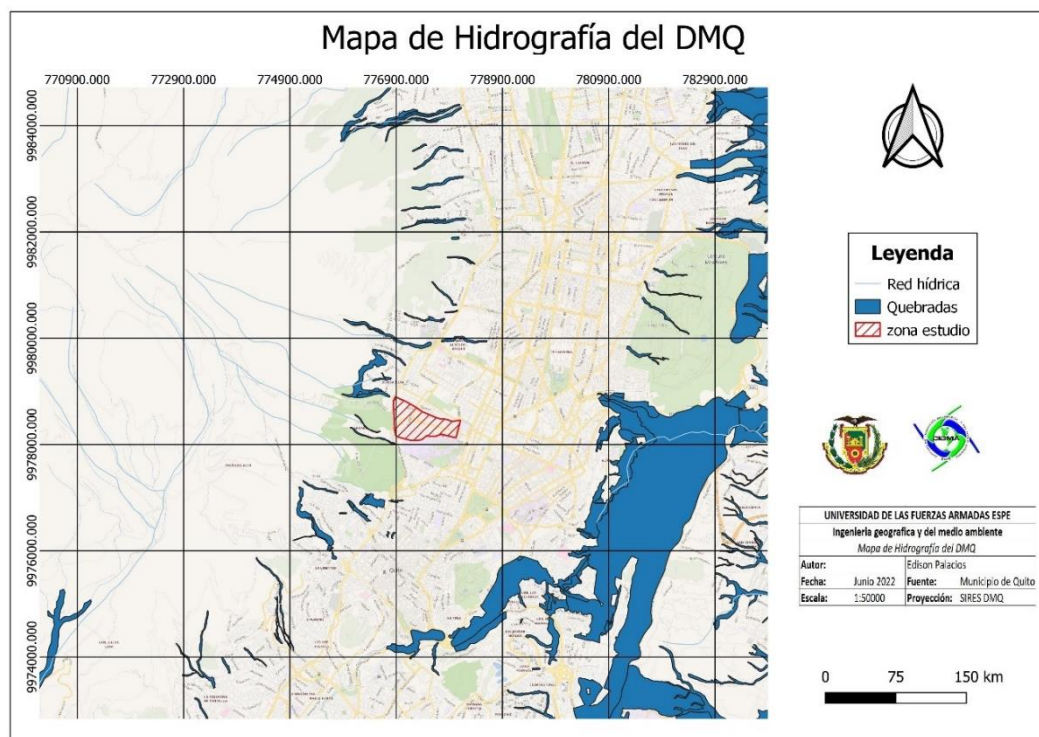
## Componente biofísico

### *Hidrografía*

Se refiere a la descripción de los sistemas de cuerpo de agua, principalmente los recursos hídricos. Como se puede observar en la **Figura 28**, en Quito existen 182 quebradas que recorren una distancia de 1300 kilómetros, de las cuales todas presentan algún daño por actividades antropogénicas. La zona de estudio se encuentra próxima a la Quebrada El Tejado, la cual ha sido rellenada y se desfoga en invierno mediante una estructura de captación que se encuentra en mal estado.

### **Figura 28**

*Mapa de hidrografía del DMQ*

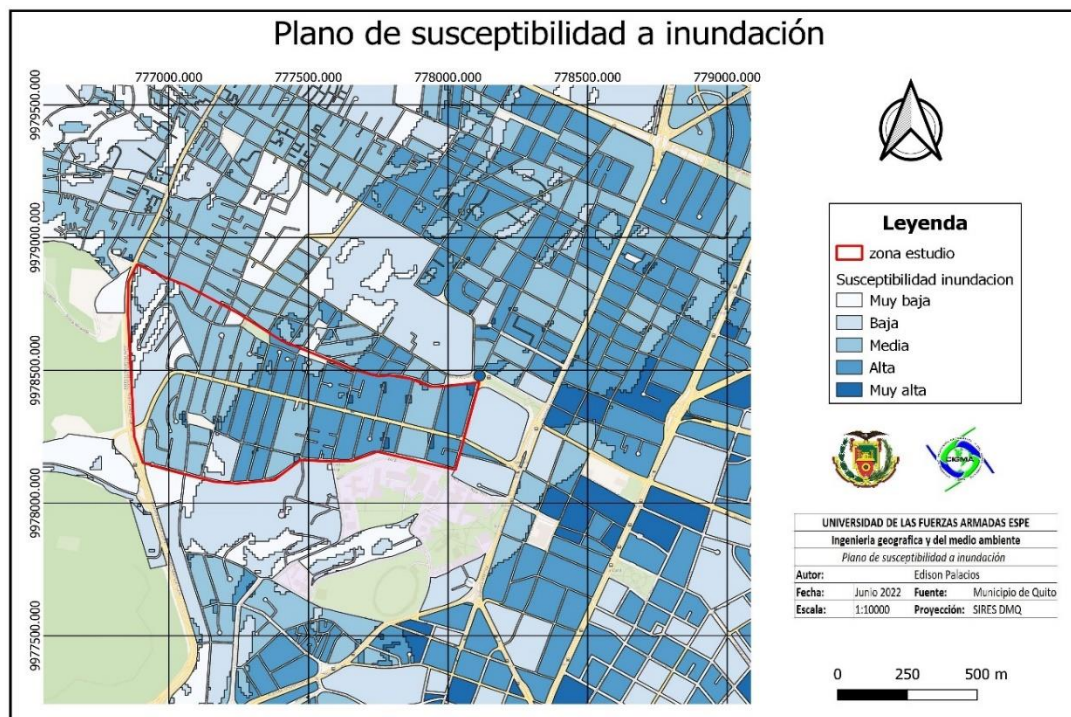


### ***Susceptibilidad a inundación***

Se refiere a la valoración espacial de los aspectos que determinan según varios factores, cuan propenso a inundaciones es una determinada zona, generándose niveles de propensión. La zona estudiada relativamente tiene un alto nivel riesgo de inundación como se observa en la **Figura 29**, debido a que se encuentra en una zona de relleno, que en temporadas de altas precipitaciones es susceptible a desbordarse y provocar aluviones como los sucedidos en fechas pasadas.

### **Figura 29**

*Plano de susceptibilidad a inundación*



### ***Cobertura vegetal***

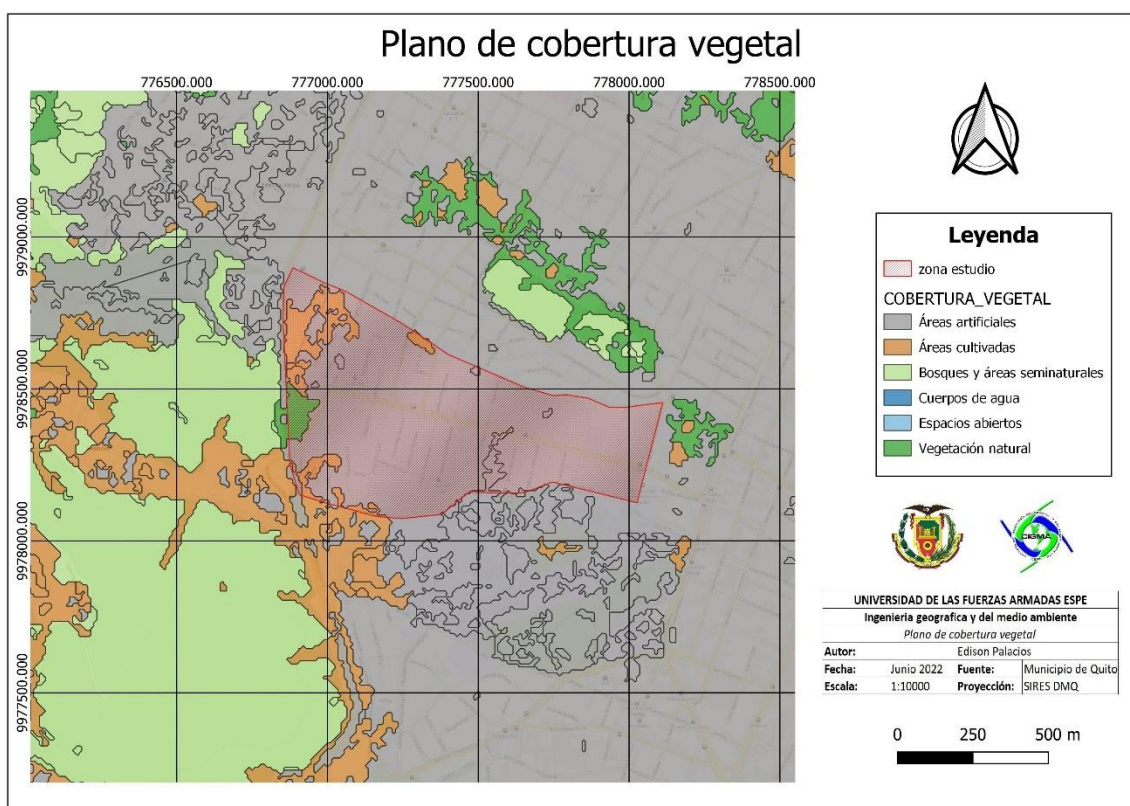
Se refiere a la cobertura de plantas nativas o cultivadas que crecen espontáneamente en una determinada zona. Su distribución en la superficie depende de los factores climáticos y del suelo. El área de estudio se encuentra en las faldas del



Pichincha, por lo que, aunque sea una zona totalmente urbanizada, colinda con un bosque de eucalipto hacia el lado del Pichincha, como se observa en la **Figura 30**, sin embargo, este bosque ha sido severamente destruido en las últimas décadas para dar lugar a la expansión urbana, teniendo consecuencias desfavorables a largo plazo para la población

**Figura 30**

*Plano de cobertura vegetal*



### ***Sistema metropolitano de áreas naturales protegidas***

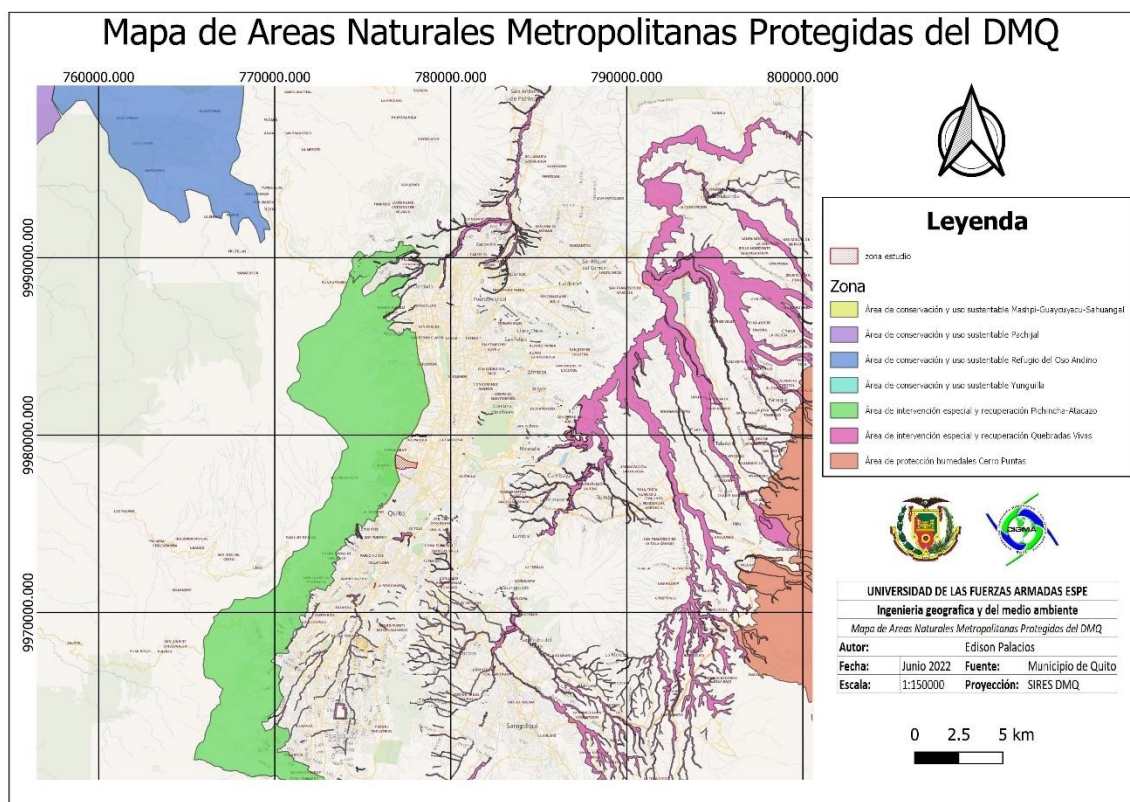
El objeto del Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas es el fomento del uso sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento y cuidado de los ecosistemas más frágiles y expuestos, la protección de la vida nativa, la restauración de la cobertura vegetal, el cuidado de las fuentes de agua, la promoción de la producción

sostenible y la conservación y la promoción del patrimonio cultural de los territorios del SMANP.

Los barrios de la zona de estudio están próximos al Área de Intervención Especial y Recuperación Laderas Pichincha Atacazo, que cubre una superficie de 23454 hectáreas, protegiendo las laderas del Pichincha desde el sector del Condado hasta Guamaní, como se puede observar en la **Figura 31**.

**Figura 31**

*Mapa de SMANP del DMQ.*



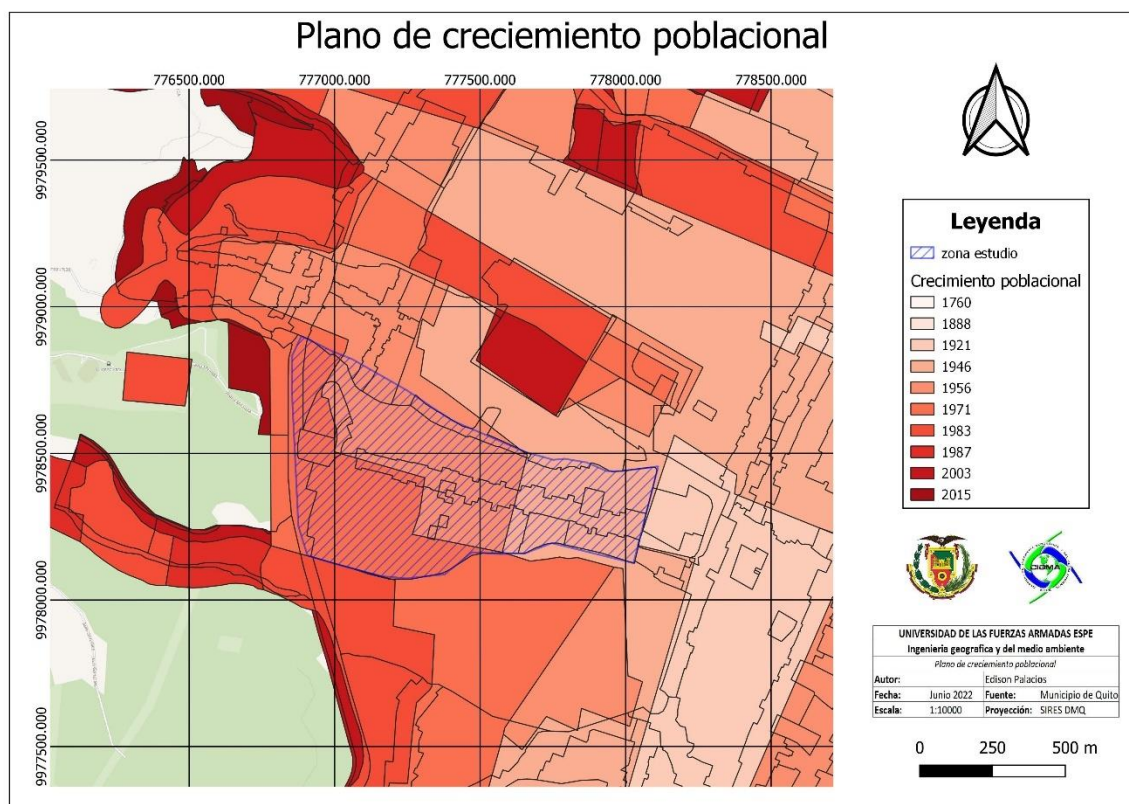
## Componente Social

### *Crecimiento poblacional*

Los barrios de la zona de estudio llevan asentados un buen tiempo en la ciudad empezando a poblarse desde aproximadamente el año 1946 hasta el año 1971 en la parte más alta. Sin embargo, existen zonas aledañas a estos barrios, que están creciendo hacia las faldas del Pichincha, a partir del año 2000, como se puede observar en la **Figura 32**, arrasando con los bosques y vegetación natural que ayudan a prevenir deslizamientos y aluviones que pueden afectar a los barrios estudiados.

**Figura 32**

*Plano de crecimiento poblacional*

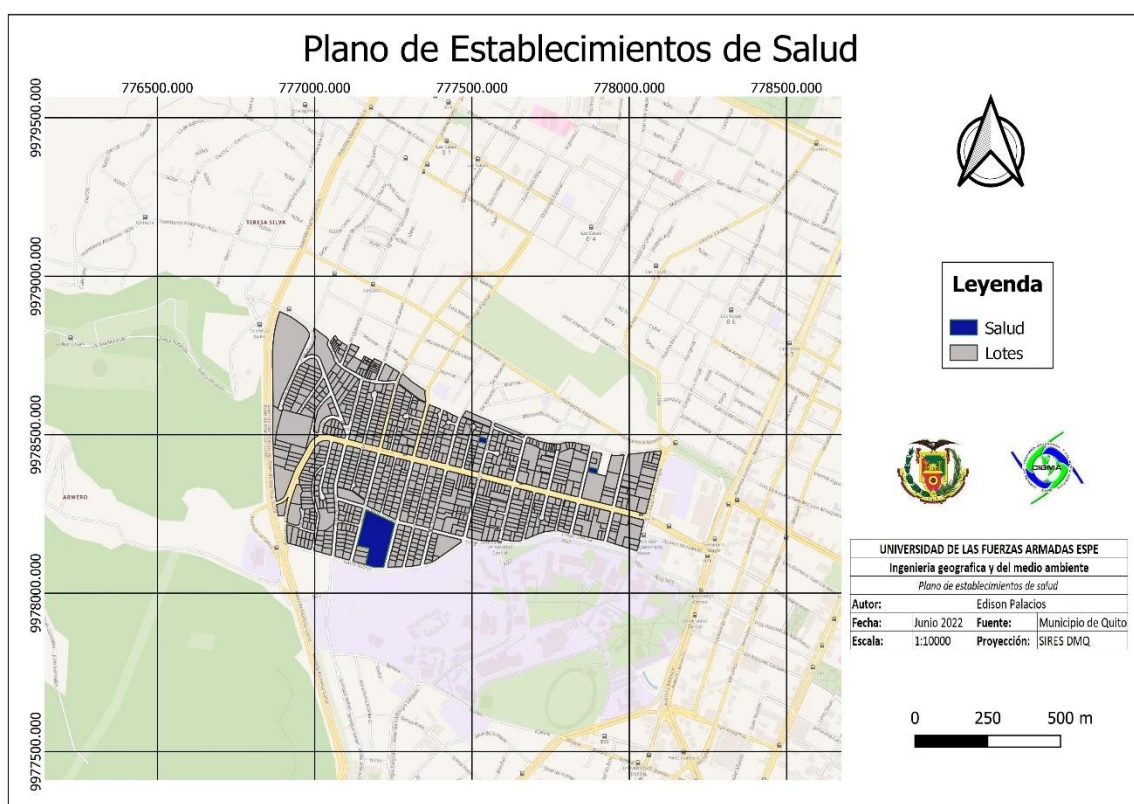


## Salud

En el área de estudio se encuentran tres establecimientos que brindan servicios relacionados con la salud, los cuales son un consultorio médico de especialidades y dos clínicas dentales. Todos estos establecimientos se encuentran en el barrio de la Gasca, como se puede ver en la **Figura 33**.

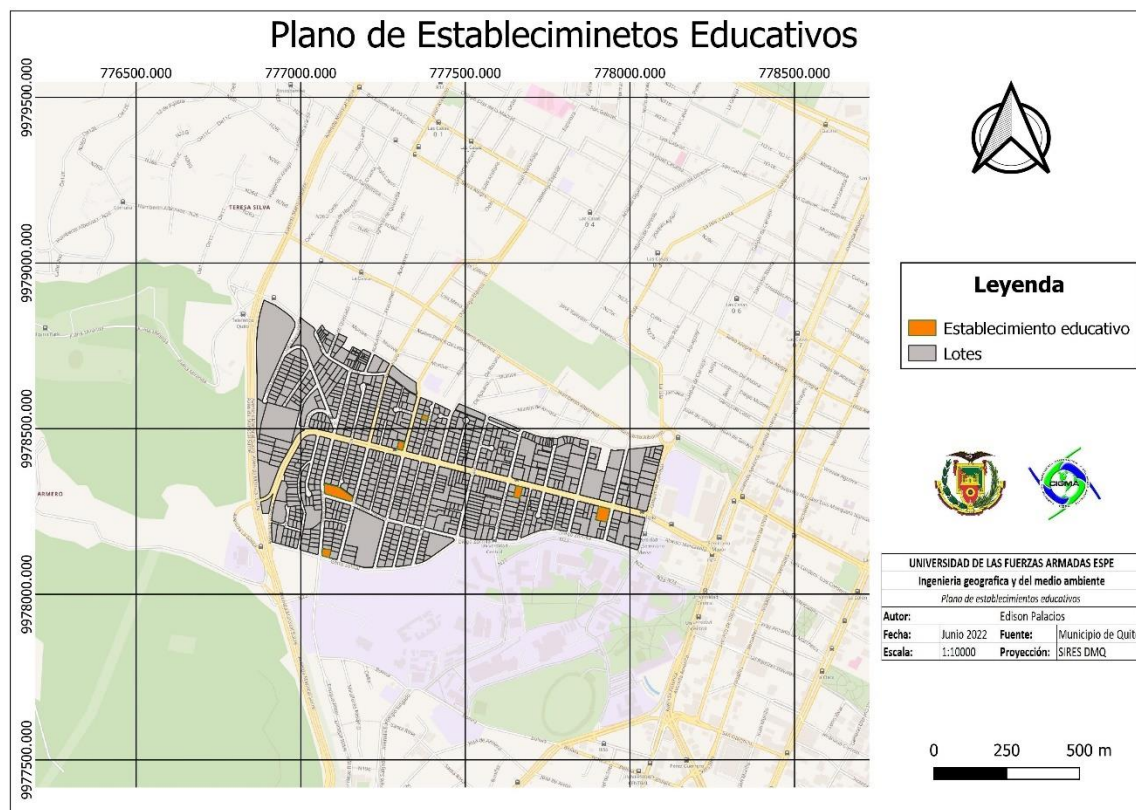
**Figura 33**

*Plano de establecimientos de salud*



## Educación

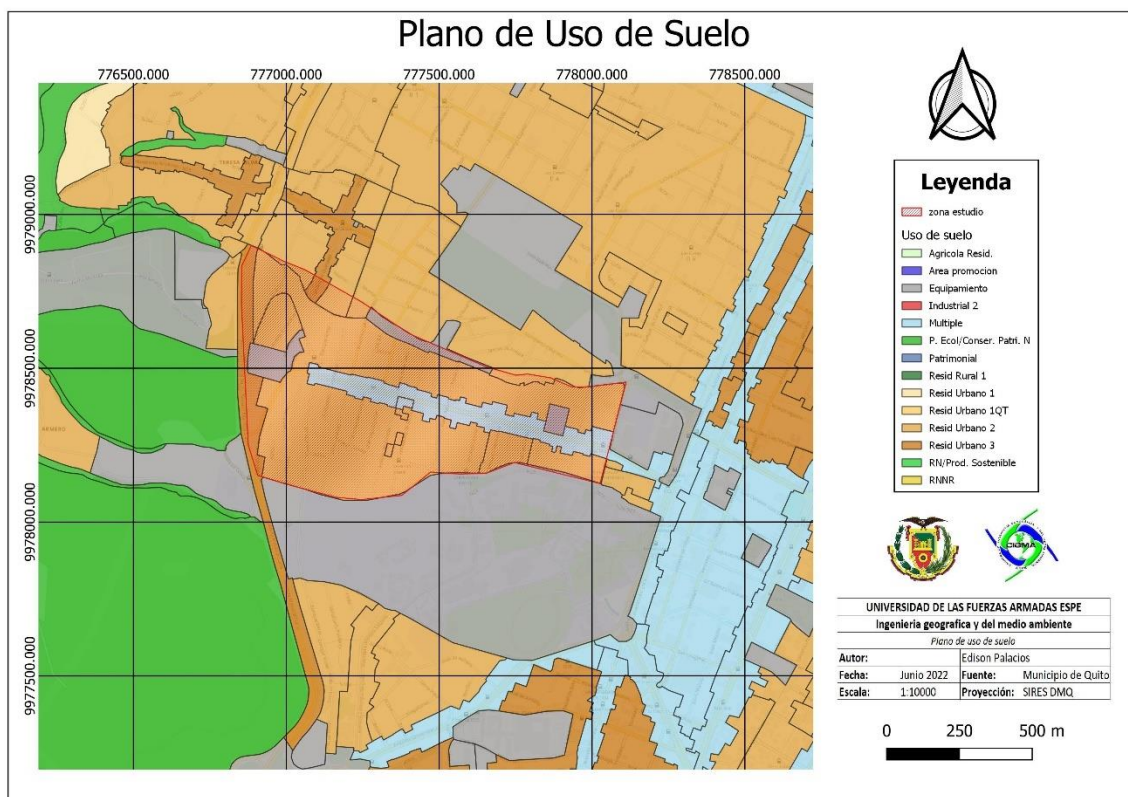
En la zona de estudio se localizan seis establecimientos que brindan servicios relacionados con la educación, los cuales son dos guarderías, un instituto de arte, un colegio y un preuniversitario. Todos estos establecimientos se encuentran en el barrio de la Gasca, como se puede observar en la **Figura 34**.

**Figura 34***Plano de establecimientos educativos*

## Componente económico

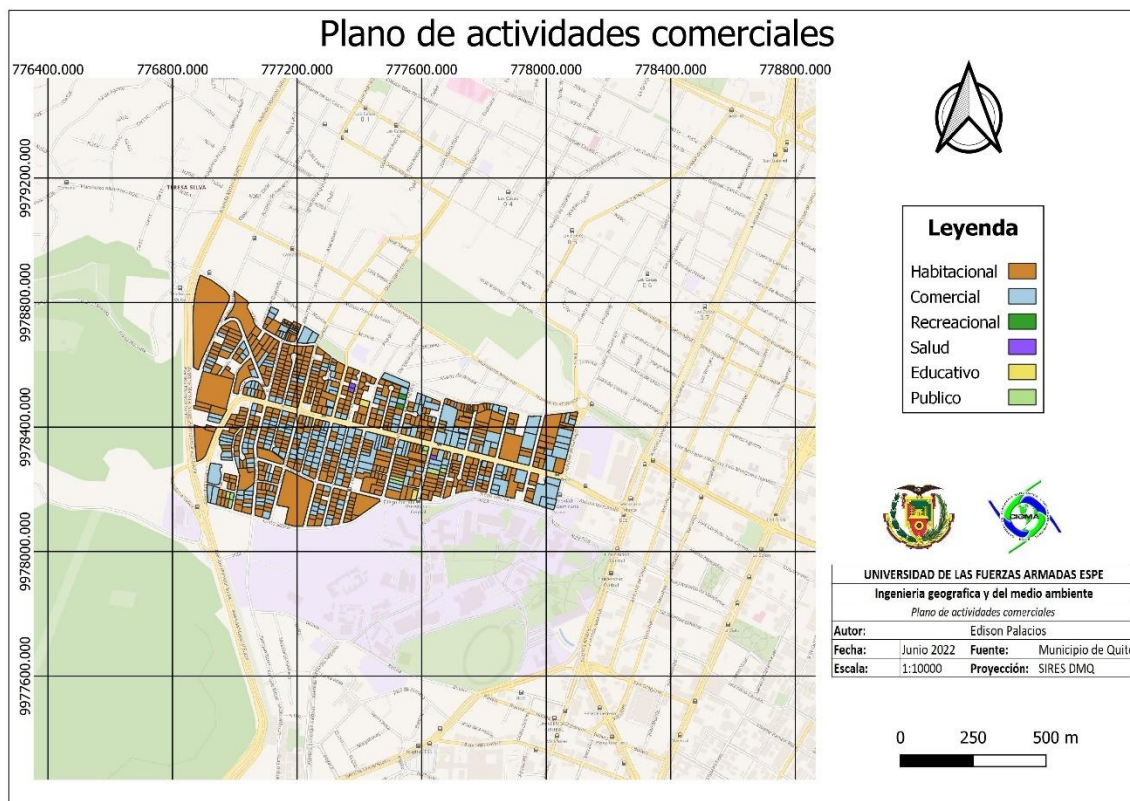
### *Uso de suelo*

En la zona de estudio predomina en un 72% el uso de suelo de tipo “Residencial Urbano 2”, el cual permite la construcción de equipamientos, comercios y servicios de nivel barrial, sectorial y zonal, así como industrias de bajo impacto. El 20% de suelo corresponde a categoría de “Múltiple” y el 8% restante corresponde a la categoría “Equipamiento”, como se observa en la **Figura 35**.

**Figura 35***Plano de uso de suelo***Actividades comerciales**

Como se puede observar en la **Figura 36**, en los barrios estudiados la mayor parte de los predios son destinados a uso habitacional con un 57%, sin embargo, existe una considerable cantidad de predios que son destinados para negocios que representan el 33% de los predios. El resto son destinados a uso recreacional, salud, instituciones educativas y servicios públicos, como se puede observar en la figura.

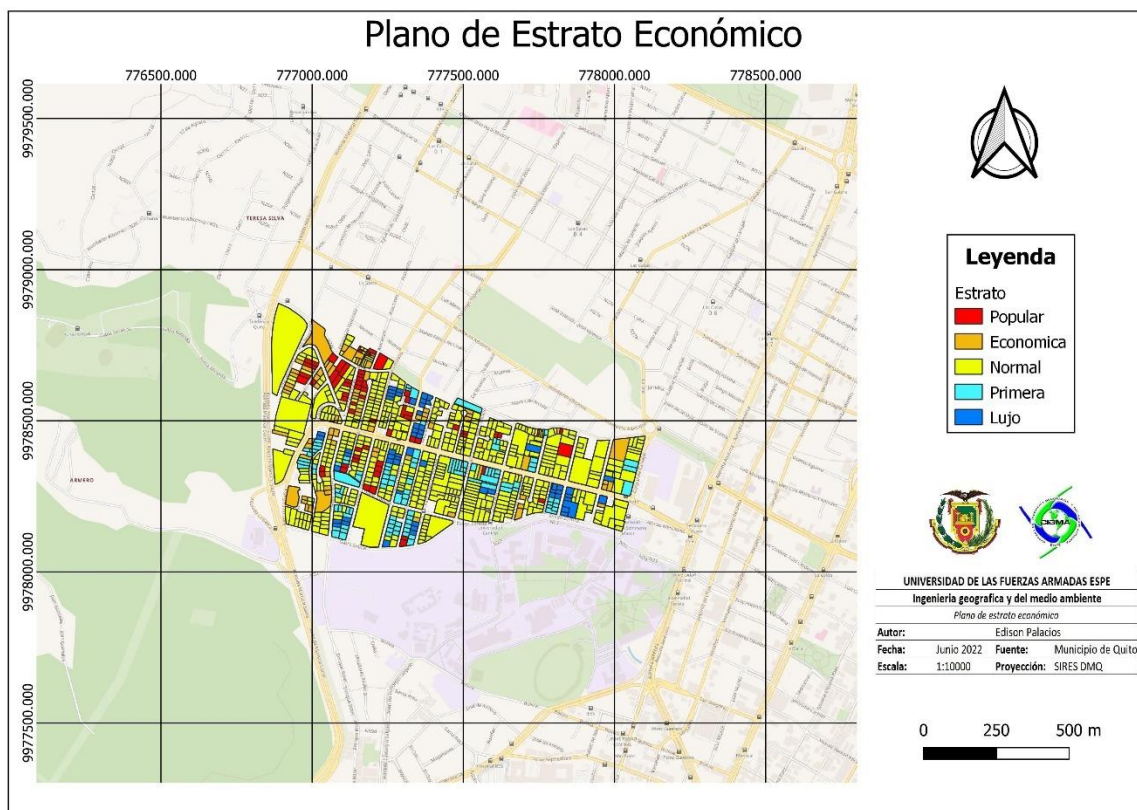
**Figura 36***Plano de actividades comerciales*



### ***Estrato económico***

Para determinar el estrato económico de los habitantes de la zona de estudio se tomó en cuenta el nivel de acabados de las construcciones, información que fue determinada en el levantamiento de información catastral. Se puede observar que la mayoría de construcciones tienen acabado normal con un 67%, por lo que se deduce que la mayoría de familias que viven en esta zona son de clase media.

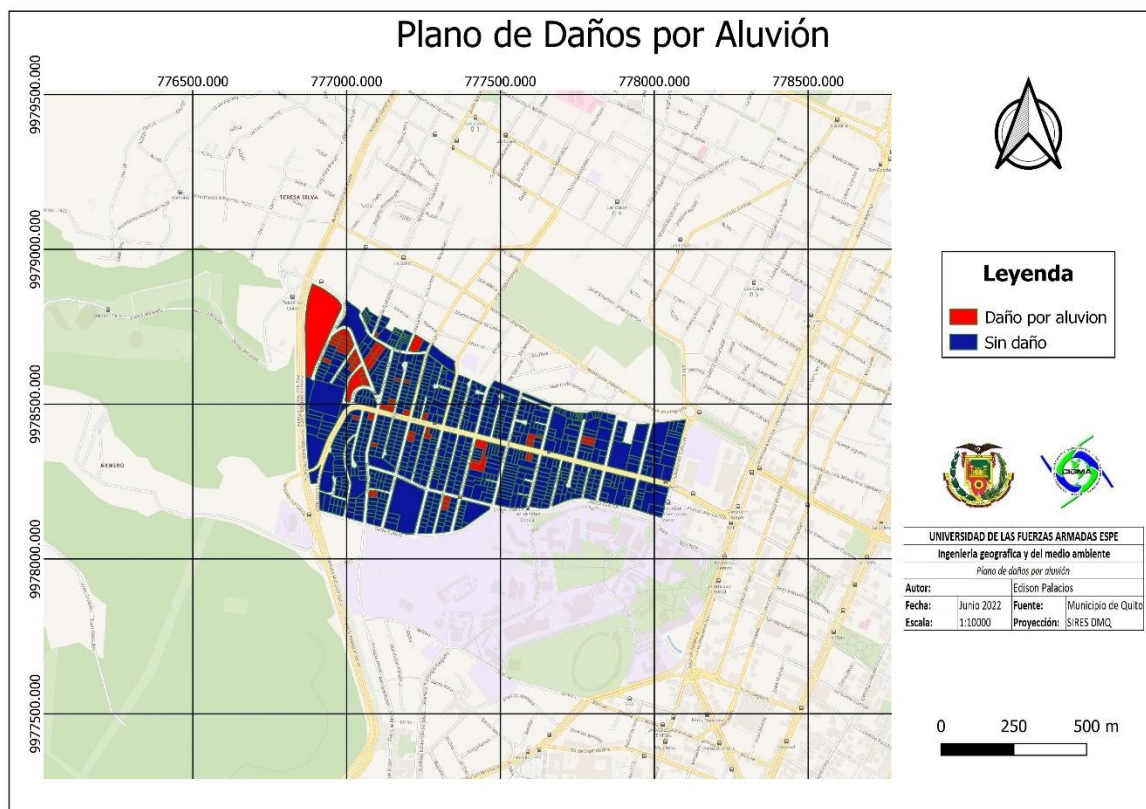
En la zona de la comuna se puede encontrar una mayor cantidad de construcciones de tipo popular y económica, como se puede observar en la **Figura 37**, mientras que en el barrio la Gasca existen un número considerable de construcciones con acabados de primera y de lujo. Por lo que se evidencia que existe un mayor poder adquisitivo por parte de los habitantes del barrio La Gasca.

**Figura 37***Plano de estrato económico****Daño por aluvión***

En la inspección de campo se pudo contabilizar 95 construcciones que fueron afectadas por el aluvión. Como se puede apreciar en la **Figura 38**, un 53% de estas construcciones se encontraban en La Comuna y el resto en el barrio La Gasca. Un 44% de estas construcciones aún se encuentran en mal estado, 53% en estado regular y 3% en estado bueno, sin embargo, la mayoría (64%) se encuentran en proceso de reformatión.

**Figura 38***Plano de daños por aluvión*



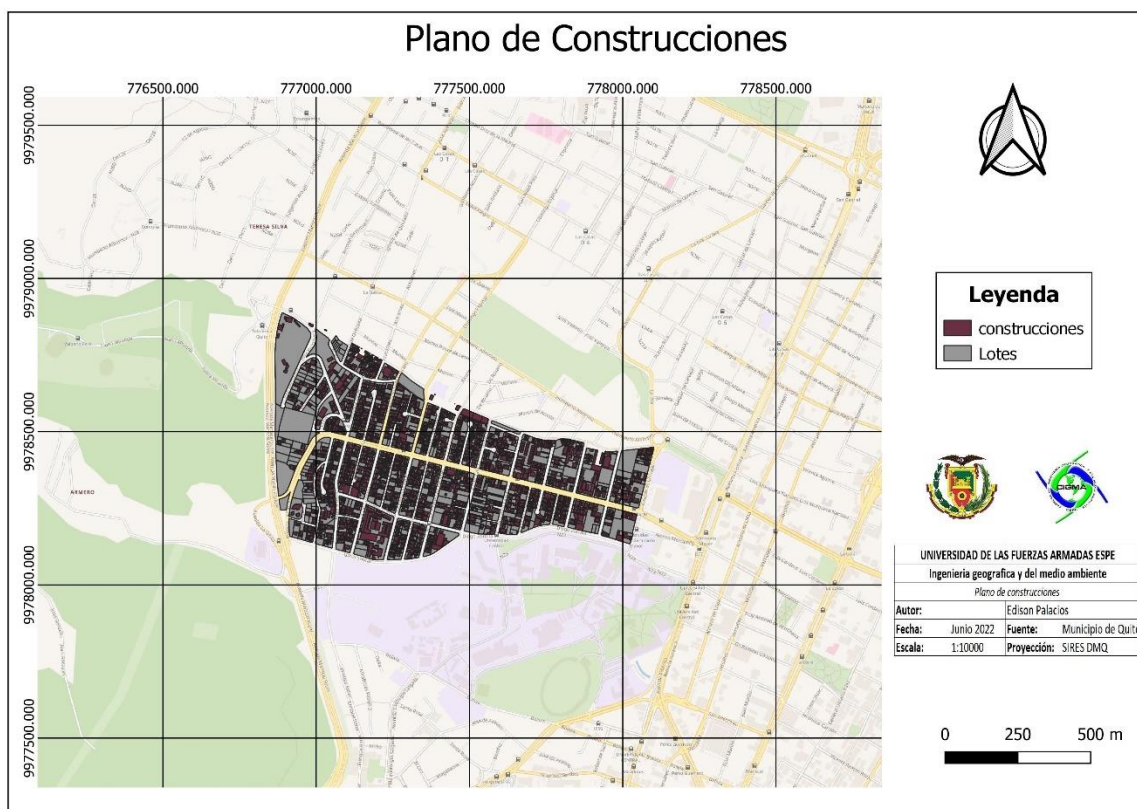


### **Construcciones**

Como se puede ver en la **Figura 39**, existe un total de 1113 construcciones en la zona de estudio, de las cuales 957 están en el barrio La Gasca y 156 en La Comuna. La mayoría de construcciones (66%) están hechas a partir de ladrillo/bloque y hormigón armado (25%). El 63% construcciones tienen acabados normales. La gran mayoría de las construcciones (94%) son casas menores a 3 pisos. En general las construcciones se encuentran en estado entre regular y bueno con un 76%.

### **Figura 39**

*Plano de construcciones*



## Análisis FODA

En esta sección se analiza las fortalezas y debilidades de la zona de estudio, y se determina las relaciones entre los factores externos que son las amenazas y oportunidades. El fin de este análisis es proponer estrategias como apoyo a la propuesta de ordenamiento territorial. En la **Tabla 9** y **Tabla 10** se puede observar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificados a partir de la información recopilada.

### Tabla 9

*Identificación de fortalezas y debilidades*

Componente	Fortalezas	Debilidades
------------	------------	-------------

<b>Biofísico</b>	<p>Existe bastante vegetación al lado de la zona de estudio, compuesta principalmente por árboles de eucalipto.</p> <p>El bosque que se encuentra al lado de la zona esta pertenece al Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas.</p>	<p>Los barrios se encuentran en una zona de fuerte pendiente.</p> <p>La vegetación dentro de la zona de estudio es casi nula.</p> <p>Las obras de captación no puede abarcar el volumen de agua que se genera cuando hay fuertes lluvias.</p> <p>Muchos sumideros se encuentran tapados por basura lo que dificulta el drenaje del agua.</p>
<b>Social</b>	<p>Existen establecimientos de salud que en parte cubren las necesidades de los moradores.</p> <p>Existen varios establecimientos educativos para estudiantes en un amplio rango de edad.</p>	<p>Los moradores no están los suficientemente preparados para amenazas naturales como aluviones.</p> <p>La densidad poblacional es muy alta</p> <p>Algunos establecimientos educativos y de salud se encuentran amenazados por aluviones</p>
<b>Económico</b>	<p>Existen bastantes negocios, especialmente venta de víveres</p> <p>La mayoría de moradores en esta zona tienen un nivel de ingresos económicos medio</p> <p>La mayoría de construcciones afectadas han sido reformadas</p>	<p>El aluvi3n provoco da3os materiales a varios bienes muebles e inmuebles</p> <p>Muchas construcciones tienen bastantes a3os de antigüedad</p> <p>En la zona de La Comuna el nivel medio de ingresos económicos es bajo</p>

**Tabla 10***Identificación de oportunidades y amenazas*

<b>Componente</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Biofísico</b>	Existen leyes que protegen los bosques aledaños a la zona de estudio	En temporada invernal las fuertes precipitaciones amenazan a los moradores
	Las experiencias de los aluviones pasados ayudan a tomar conciencia en la ciudadanía y sus dirigentes de los peligros de la deforestación	La fuerte expansión de la ciudad amenaza las áreas protegidas  Invasiones en áreas protegidas y zonas de alto riesgo
<b>Social</b>	La repercusión a nivel nacional que tuvo el último aluvión motivo a las autoridades a tomar medidas al respecto	La actividad comercial es cada vez mayor  Al ser una zona céntrica de la ciudad mucha gente opta por buscar vivienda en estos barrios
	El Municipio de Quito destinó recursos económicos para la prevención de aluviones	No se destinan suficientes recursos económicos para obras de mitigación
<b>Económico</b>	La ciudadanía realizó varios donativos para los afectados por el aluvión	Corrupción no permite que las obras de mitigación se construyan adecuadamente

**Matriz FODA**

Mediante los criterios de la **tabla 11** se desarrolló la matriz FODA, analizando las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades de cada componente.

**Tabla 11***Criterios para la matriz FODA*

<b>Fortalezas con amenazas (F/A)</b>	
+	La fortaleza reduce la amenaza
-	La fortaleza aumenta la amenaza
0	La fortaleza es indiferente a la amenaza
<b>Fortalezas con oportunidades (F/O)</b>	
+	La fortaleza aprovecha la oportunidad
-	La fortaleza no aprovecha la oportunidad
0	La fortaleza es indiferente a la oportunidad
<b>Debilidades con amenazas (D/A)</b>	
+	La debilidad incrementa la amenaza
-	La debilidad reduce la amenaza
0	La debilidad es indiferente a la amenaza
<b>Debilidades con oportunidades (D/O)</b>	
+	La debilidad dificulta aprovechar la oportunidad
-	La debilidad permite beneficiarse de la oportunidad
0	La debilidad es indiferente a la oportunidad

A partir de estas claves se obtuvo la matriz general de relaciones para cada componente, como se indica en la **Figura 40**

#### **Figura 40**

*Matriz general de relaciones*

MATRIZ FODA		FORTALEZAS	DEBILIDADES	FORTALEZAS						DEBILIDAD												
				BIOFÍSICO		SOCIAL		ECONÓMICO		BIOFÍSICO		SOCIAL		ECONÓMICO								
AMENAZAS		14+	20+	Abundante vegetación en zona con tigu	Bosque protegido por el SMMAP	Existencia de establecimientos de salud	Existencia de establecimientos educativos	Alta cantidad de negocios	La mayoría de moradores tiene un nivel medio de ingresos	Mayoría de construcciones reformadas	Zona de fuerte pendiente	Vegetación nula en la zona de estudio	Obras de captación insuficientes	Sumideros tapados por basura	Preparación insuficiente ante desastres naturales	Alta densidad poblacional	Establecimientos públicos amenazados por aluviones	Daños materiales provocados por aluv	Construcciones antiguas	Ingresos económicos bajos en La Com		
OPORTUNIDADES		17+	12+																			
AMENAZAS	BIOFÍSICO	Fuertes precipitaciones en temporada invernal amenazan a los moradores	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Áreas protegidas amenazadas por fuerte expansión urbana	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+		
		Invasiones en áreas protegidas y zonas de alto riesgo	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0		
	SOCIAL	Creciente actividad comercial pone en riesgo negocios	-	0	+	+	-	-	-	0	0	+	+	-	-	-	0	0	0	0		
		Zona con alta demanda para vivienda	0	0	+	+	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-		
	ECONÓMICO	Recursos insuficientes para obras de mitigación	0	0	0	0	+	+	+	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+		
Posible corrupción no permite construir obras de mitigación adecuadamente		0	0	0	-	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+			
OPORTUNIDADES	BIOFÍSICO	Toma de conciencia de importancia de la vegetación	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0			
		Bosques aledaños protegidos por la ley	+	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	0	0	-	0	0			
	SOCIAL	Alta repercusión a nivel nacional del último aluvión	+	0	+	0	0	+	+	0	0	+	+	+	0	0	0	+	+			
	ECONÓMICO	Destinación de recursos económicos para prevención de aluviones	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Donativos por parte de la ciudadanía para afectados por aluviones	+	0	+	+	0	0	+	0	0	-	-	+	0	0	0	0	0			

En la **Tabla 12** se muestra la información de la matriz general de relaciones de forma sintetizada.

**Tabla 12**

*Matriz general de relaciones sintetizada*

<b>Componente</b>	<b>Biofísico</b>	<b>Social</b>	<b>Económico</b>
Fortaleza reduce la amenaza	2	6	4
Fortaleza aumenta la amenaza	5	3	8
Fortaleza indiferente a la amenaza	7	5	2
Fortaleza aprovecha la oportunidad	5	4	8
Fortaleza no aprovecha la oportunidad	0	0	0
Fortaleza es indiferente a la oportunidad	5	6	7
Debilidad incrementa la amenaza	5	7	9
Debilidad reduce la amenaza	6	6	6
Debilidad es indiferente a la amenaza	17	8	6
Debilidad dificulta aprovechar la oportunidad	6	4	2
Debilidad permite beneficiarse de la oportunidad	2	0	12
Debilidad es indiferente a la oportunidad	12	11	1

### Variables a intervenir

Las variables que fueron intervenidas son los que se indican en la **Tabla 13**, fueron seleccionadas a partir de los componentes territoriales analizados anteriormente.

**Tabla 13**

*Variables territoriales a intervenir*

<b>Componentes</b>	<b>Variables</b>
Biofísico	Hidrografía
	Susceptibilidad a inundación
	Cobertura vegetal
Social	SMNAP
	Crecimiento poblacional
	Salud
	Educación
	Crecimiento poblacional
Económico	Uso de suelo
	Actividades comerciales
	Estrato económico
	Daño por aluvión
	Construcciones

### ***Tablero de control***

El siguiente tablero de control de la **Tabla 14**, es una herramienta que ayuda a analizar la situación actual de la zona de estudio a través de varios indicadores y evaluarlos frente a las metas.

**Tabla 14**

*Tablero de control BSC*

<b>Componente biofísico</b>					
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Estado</b>	<b>Meta</b>



Inundaciones	Susceptibilidad a inundación	% de superficie con alta probabilidad a inundación	58 % del territorio tiene alta probabilidad de inundación	Lograr para el año 2023 que se realice obras de ampliación en la captación de la Quebrada El Tejado y el sistema de alcantarillado de la zona
Vegetación	Protección de la vegetación	% de conservación de bosques en las laderas del Pichincha	20% de la ciudad ha crecido hacia las laderas en los últimos 20 años	Lograr para el año 2023 reforestar 100ha de áreas protegidas
Quebradas	Quebradas con daños	% de quebradas que presentan daños	100% de quebradas presentan daños	Lograr para el año 2023 restaurar completamente un 20% de las quebradas
<b>Componente social</b>				
Preparación ante emergencias	Número de fallecidos	Fallecidos en el último aluvión	27 fallecidos	Lograr para el año 2023 elaborar un plan de alerta temprana ante posibles futuros aluviones
Invasión de terrenos	Invasión de áreas de alto riesgo para vivienda	Número de personas viviendo en las laderas	100000 personas	Lograr para el año 2023 no siga creciendo el número de personas que viven en zonas de alto riesgo e invaden áreas protegidas

Componente económico				
Uso de suelo	Uso de suelo	Uso de suelo en zonas de riesgo	72% Residencial urbano, 20% Múltiple y 8% Equipamiento	Lograr para el año 2023 restringir el uso para establecimientos donde se concentren alta cantidad de personas en zonas de peligro
Construcciones	Estado de las construcciones	% construcciones en mal estado	35% de construcciones de tipo popular y económica	Lograr para el año 2023 restaurar el 80% de las viviendas de moradores de bajos recursos

### Objetivos estratégicos

En función de las variables territoriales analizadas anteriormente, que requieren intervención, son propuestos los objetivos y estrategias que se encuentran en la **Tabla 15**, para la planificación territorial.

**Tabla 15**

*Identificación de fortalezas y debilidades*

Componente biofísico		
Problema	Objetivo	Estrategias
Alta susceptibilidad a inundación en la zona de estudio	Reducir la susceptibilidad a inundación en la zona de estudio	Realizar obras de mantenimiento en la captación de la Quebrada El Tejado y en los sumideros

Quebradas afectadas por actividad antropogénica	Restaurar el estado de las quebradas en Quito	Implementar planes de limpieza y conservación de las quebradas de Quito
Perdida de vegetación en laderas del Pichincha	Restaurar los bosques de las laderas del Pichincha	Desarrollar programas de reforestación en las zonas afectadas
<b>Componente social</b>		
Invasión en las laderas del Pichincha	Reducir las invasiones que se dan en las laderas del Pichincha	Implementar controles mensuales en las laderas del Pichincha para detener invasiones ilegales
Falta de preparación ante emergencias	Evitar pérdidas humanas en futuros aluviones	Capacitar a los moradores para una rápida respuesta en caso de aluviones
<b>Componente económico</b>		
Establecimientos con alto aforo	Minimizar el riesgo de pérdidas humanas restringiendo actividades con alta concentración de personas	Restringir los permisos para actividades comerciales que generen una alta concentración de personas.
Moradores de escasos recursos económicos aún no logran reparar los daños	Ayudar a las personas de escasos recursos a reparar sus viviendas	Crear campañas solidarias para obtener recursos económicos

## **Lineamientos estratégicos**

A continuación, se presentan los lineamientos estratégicos alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son proyectos estratégicos para beneficiar al desarrollo territorial y mejorar las condiciones actuales en las que se encuentra el territorio

### ***Intervención ambiental de las quebradas del Distrito Metropolitano de Quito***

En El Distrito Metropolitano de Quito existen entre 150 y 160 quebradas y ríos en la zona urbana de Quito. Estas quebradas son importantes para la regulación de los flujos de agua y la estabilidad de taludes para la seguridad de construcciones contiguas, además de su gran importancia ambiental ya que albergan bosques andinos, secos y otros ecosistemas dentro del área urbana (Primicias, 2022).

Es fundamental tomar medidas de remediación frente al creciente deterioro del sistema de quebradas del Distrito Metropolitano de Quito. Es prioritario establecer medidas para su rehabilitación, mantenimiento y cuidado, con el fin de prevenir desastres naturales como los aluviones y brindar espacios de recreación y esparcimiento a la ciudadanía.

En este sentido se propone el proyecto de Intervención ambiental de las quebradas del DMQ, el cual consiste en un permanente monitoreo para evaluar el estado de las quebradas y obras civiles de contención para la prevención de aluviones, con el fin de brindar seguridad y espacios naturales de esparcimiento a la ciudadanía, como se puede observar en la **Tabla 16**.

Tabla 16

*Matriz de marco lógico del proyecto para el componente biofísico*

<b>Matriz de marco lógico del proyecto</b>				
	<b>Resumen narrativo de objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>PROPÓSITO</b>	<p>OBJETIVO: Garantizar el buen estado de las quebradas de Quito, aportando soluciones a los daños ambientales, a la vez que mejora el paisajismo como espacios de recreación.</p>	Tener un control de por lo menos un 70% de las quebradas de Quito	<p>Reportes trimestrales con información del estado de las quebradas</p> <p>Una base de datos con toda la información recopilada para el análisis de la evolución del estado de las quebradas</p>	<p>Interés por parte del municipio de Quito e instituciones públicas como la Secretaría de Ambiente en brindar recursos financieros y apoyo técnico.</p>
	<p>ESTRATEGIAS: a. Recorridos mensuales por las quebradas b. Sanciones severas a quienes contaminen y arrojen escombros c. Mantenimientos regulares en las obras civiles de captación d. Limpieza de basura en las quebradas</p>	Extensión recuperada de quebradas medida en hectáreas	<p>Publicar la información procesada en la página web del DMQ.</p>	<p>Apoyo de la ciudadanía para los proyectos de recuperación de las quebradas</p>
<b>COMPONENTES</b>	1. Recopilación información de campo	Base de datos	<p>Fichas de campo</p> <p>Fotografías</p> <p>Muestras de suelo y agua</p>	<p>Contar con personal para la recopilación de información</p>
	2. Análisis de datos	Plan de acciones estratégicas	<p>Diagramas de flujo</p> <p>Tableros de control</p>	<p>Personal técnico capacitado para analizar los datos</p>

		Matriz de marco lógico	
3. Difusión de la información		Página web con los resultados	Informes Publicaciones Transparencia por parte de las autoridades en publicar la información.
ACTIVIDADES	1.1 Identificar las variables a levantar	14 días-\$5000	Listado de variables a estudiar Personal capacitado en levantamientos de campo
	1.2 Tomar datos en campo	60 días-\$10000	Informe de investigación del bosque Personal capacitado en levantamientos de campo
	2.1 Análisis de laboratorio	60 días-\$60000	-Informe de diseño de muestreo -Diseño de parcelas -Selección de modelos -Manual de campo -Hojas de campo -Registros -Registros fotográficos Técnicos especializados
	2.2. Análisis SIG	30 días-\$5000	-Manual de campo -Hojas de campo -Registros -Registros fotográficos Técnicos especializados
	3.1 Elaboración de documentación	30 días-\$5000	Informes técnicos Técnicos especializados
	3.2 Publicación de información	7 días - \$1000	Sitio web Técnicos especializados

### ***Control de invasiones y asentamientos ilegales***

Desde el año 1983 se expidió una normativa que establecía los límites de construcción urbana hasta la actual avenida occidental, sin embargo, a los pocos años siguientes se construyeron costosas urbanizaciones en el sector del el Bosque y el

Pinar, además de invasiones en los sectores de La Colmena, Cochapamba, la Roldós y Pisulí, para lo que se talaron bosques (Stornaiolo, 2022).

En el año 2012 se emitió la ordenanza municipal 446 para prohibir la construcción en zonas cercanas a quebradas, sin embargo, se hizo caso omiso a esta ordenanza. Este crecimiento urbano desordenado hacia las laderas de Quito representa un grave riesgo para sus moradores, especialmente en temporada invernal, como sucedió en el aluvión del 31 de enero de 2022 (Stornaiolo, 2022)

Como se puede observar en la **Tabla 17**, el proyecto planteado tiene como fin controlar el crecimiento desordenado de la ciudad hacia bosques y quebradas de la ciudad, mediante un control más riguroso de las invasiones, y sanciones más severas para quienes violen las leyes de protección.

**Tabla 17**

*Matriz de marco lógico del proyecto para el componente Social*

<b>Matriz de marco lógico del proyecto</b>				
	<b>Resumen narrativo de objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>PROPÓSITO</b>	OBJETIVO: Detener la expansión de asentamientos ilegales y recuperar las zonas de riesgo, así como las zonas de alto valor ambiental para beneficio de toda la ciudadanía.	Números de personas viviendo en zonas ilegales	Datos estadísticos	El municipio de Quito toma acciones ante esta problemática
	ESTRATEGIAS: a. Desalojo de asentamientos ilegales en zonas críticas b. Controles	Cantidad de áreas protegidas afectadas por actividades antropogénicas	Reportes de inspecciones en campo	Existe apoyo por parte de la Policía Nacional y Fuerzas Armadas para la toma de acciones

mensuales en zonas de protección  
 c. Sanciones más severas a traficantes de tierras  
 d. Planificación territorial a favor de la conservación del ecosistema

COMPONENTES	1. Identificación de zonas a intervenir	Estudios y planos del lugar	Informe técnico	El municipio cuenta con personal técnico capacitado
	2. Desarrollar un plan para la recuperación de zonas afectadas	Nivel de capacitación de autoridades para hacer frente a invasiones	Protocolo para el desalojo de invasiones	Apoyo por parte de autoridades a nivel nacional y municipal para recuperar estas zonas
	3. Proteger las zonas más vulnerables	Números de asentamientos ilegales	Cantidad de áreas protegidas afectadas	Se destina recursos para un control permanente
ACTIVIDADES	1.1 Identificación de zonas afectadas mediante herramientas SIG	30 días-\$5000	Informes y mapas con las zonas afectadas	Técnicos capacitados para realizar las actividades
	1.2 Verificación en campo	30 días - \$10000		Contar con personal para la recopilación de información
	2.1 Establecer un plan de acción	15 días - \$2000	Protocolo con acciones a tomar	



2.2 Desalojar invasiones ilegales	360 días- \$200000	Cantidad de áreas afectadas recuperadas	Apoyo por parte de autoridades y fuerzas públicas
3.1 Reforestar las zonas afectadas	180 días - \$100000	Número de hectáreas reforestadas	
3.2 Patrullar las áreas protegidas	Permanente	Cantidad de áreas invadidas	Destinación de recursos económicos para la conservación

***Plan de apoyo a la reactivación económica de las zonas afectadas por el aluvión***

Dentro de la zona afectada por el aluvión existen varias viviendas de ciudadanos de bajos recursos que han sido afectadas, especialmente en la zona de la Comuna. Muchas de estas personas no tienen dinero suficiente para reparar los daños ocasionados por este desastre.

En cumplimiento con el Objetivo de Desarrollo Sostenible de tener acceso a una vivienda digna y adecuada, se propone destinar recursos económicos del Municipio para ayudar a las personas que lo necesiten.

Para este proyecto se plantea primeramente realizar un proceso de identificación de las personas que realmente no puedan costear las reparaciones de sus viviendas, cuantificar los daños materiales producidos y destinar los fondos de acuerdo a este análisis. Finalmente se debe verificar que la ayuda económica fue utilizada adecuadamente.

**Tabla 18**

*Matriz de marco lógico del proyecto para el componente Económico*

<b>Matriz de marco lógico del proyecto</b>				
	<b>Resumen narrativo de objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>PROPÓSITO</b>	OBJETIVO: Ayudar económicamente a las familias más vulnerables afectadas por el aluvión para la reparación de bienes inmuebles.			El gobierno ecuatoriano y el municipio de Quito destinan recursos económicos para ayudar a los damnificados
	ESTRATEGIAS:	Número de personas beneficiadas por ayudas económicas	Datos estadísticos	
	a. Identificar a las familias más vulnerables		Reportes de inspecciones en campo	La ciudadanía se solidariza con donaciones para los afectados
	b. Estimar los daños provocados por el aluvión de las viviendas de los beneficiados	Porcentaje de recuperación de los barrios afectados.		
	c. Destinar fondos para la reparación de las construcciones			
	d. Verificar que los fondos destinados sean usados adecuadamente			
<b>COMPONENTES</b>	1. Identificar las personas que necesitan ayuda económica	Estudio socioeconómico de la zona afectada	Informe técnico	El municipio cuenta con personal técnico capacitado
	2. Desarrollar un plan para la repartición de los recursos económicos	Porcentaje de personas afectadas que reciben ayuda	Encuestas	El municipio cuenta con personal técnico capacitado
	3. Verificar que los recursos económicos fueron correctamente destinados	Porcentaje de recuperación de la zona afectada	Estudios de campo	Las personas que reciben ayuda económica utilizan los fondos

correctamente

	1.1 Identificación de las personas que requieren ayuda económica mediante reconocimiento de campo	5 días-\$1000	Informe técnico	Técnicos capacitados para realizar las actividades
ACTIVIDADES	1.2 Valoración de los daños económicos	30 días - \$10000	Informe de avalúos	Técnicos capacitados para realizar las actividades
	2.1 Desarrollar un plan para la repartición de los recursos	7 días - \$1000	Plan de ayuda económica	Técnicos capacitados para realizar las actividades
	2.2 Entregar los recursos a los damnificados	15 días-\$500000	Hojas de asistencia	Apoyo por parte de autoridades y ciudadanía
	3.1 Verificar en campo la restauración de los bienes de las personas que recibieron ayuda	7 días - \$1000	Informe técnico	Técnicos capacitados para realizar las actividades

## Capítulo 6

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

El aluvión suscitado el 31 de enero de 2022 en los barrios de La Gasca y La Comuna dejó daños materiales considerables. Para determinar el valor de estos daños se empleó la metodología propuesta por la Norma técnica para la valoración de bienes inmuebles urbanos y rurales del Distrito Metropolitano de Quito. Mediante este proceso se obtuvo daños de bienes inmuebles por un valor de USD 684.360,12. Un 54% de los daños se dieron en el sector de La Comuna con un valor de USD 410.769,60, donde en general sus habitantes tienen un bajo nivel de ingresos económicos, el resto fue en el sector la Gasca con un valor de USD 273.590,52. Los daños a bienes muebles entre los dos barrios se estimaron en USD 390.000. La mayor parte de familias afectadas se deduce que son de bajos recursos económicos, ya que el 37% de las viviendas afectadas tienen acabados populares y económicos.

A lo largo de los últimos años los aluviones en esta zona han sido recurrentes, se han registrado 7 aluviones desde el año 1975, por lo que es de suma importancia reformar la estructura de captación de la quebrada El Tejado, y realizar mantenimientos periódicos a esta. En la visita de campo se pudo constatar que la estructura de captación presentaba una gran cantidad de sedimentos y basura que afectaban mucho a su capacidad, además de que el tubo de desfogue de esta estructura era muy pequeño. A partir del último aluvión que fue objeto de estudio del presente proyecto, el municipio de Quito ha realizado obras de mantenimiento en las obras de captación, sin embargo, es importante que estos mantenimientos sean realizados periódicamente, y no solo después de que ocurran los desastres.

Los elementos analizados en el diagnóstico territorial fueron: hidrografía, susceptibilidad a inundaciones, cobertura vegetal, áreas protegidas, crecimiento poblacional, salud, educación, uso de suelo, actividades comerciales, estrato económico, daño por aluvión y construcciones. Este análisis permitió determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del territorio, en función de los cuales se establecen factores de cambio en áreas como: biofísico, sociocultural y económico

La planificación territorial tiene un rol muy importante en la prevención de riesgos naturales. El desastre objeto de este estudio fue en parte ocasionado por una mala planificación territorial que permitió construir en zonas de alto riesgo, afectando a quebradas que son importantes desfuegos naturales de agua. Esto sumado a la falta de control y toma de medidas tempranas ante las recurrentes invasiones en las faldas del volcán Pichincha ha tenido las fatales consecuencias que se estudiaron en este proyecto, y en otros lugares de la capital. Es importante contar con el apoyo de las fuerzas públicas para el control de las normativas territoriales vigentes, ya que los funcionarios encargados de controlar el cumplimiento de estas normativas están muy expuestos a agresiones.

Los bosques que se encuentran en las faldas del volcán Pichincha son muy importantes para la prevención de inundaciones y aluviones en la zona urbana de Quito, ya que en su gran mayoría se trata de bosques de eucalipto que tienen una gran capacidad de absorción de agua. Es un reto importante de la alcaldía la protección de estos bosques, que se dificulta por el acelerado crecimiento de la ciudad que ya tiene muy pocos lugares hacia donde expandirse debido a su relieve, sumado a la pobreza y falta de educación de muchas personas que conlleva a invasiones ilegales de estos bosques provocando su desaparición.

Es importante que la ciudadanía tenga libre acceso a la información que es de interés público. En este sentido el Municipio de Quito cuenta con un geo portal donde se encuentra una gran cantidad de información geoespacial y estadística de la ciudad, gracias a la cual se pudo cumplir los objetivos propuestos como: informe de avalúo catastral, mapas y planos de unidades paisajísticas, escenario modelado del aluvión en la zona de estudio y los lineamientos estratégicos.

Las nuevas tecnologías permiten representar de manera más real e interactiva la información geoespacial, como es el caso del aluvión estudiado, donde mediante un modelo de realidad aumentada se puede apreciar de mejor manera el evento objeto de este estudio. Esto ayuda a informar de mejor manera a la ciudadanía y permite tomar mejores decisiones a la hora de dar solución a los problemas.

### **Recomendaciones**

Implementar sistemas de alerta temprana ante amenaza de aluviones en las zonas más vulnerables como es el área del presente estudio. Se recomienda un sistema de medición del nivel de agua de las construcciones de captación que alerte cuando se presente una saturación de agua y alertar a los moradores mediante sirenas para evacuación.

Mantener limpias las construcciones de captación para que funcionen con su total capacidad. Se recomienda cercar los alrededores de estas construcciones para evitar que se boten escombros en las mismas.

Controlar más rigurosamente que se respeten las áreas naturales protegidas ante las invasiones que provocan un daño ambiental importante a los bosques y quebradas de las mismas

Incentivar estudios e investigaciones para mejorar las obras de mitigación ante aluviones, de manera que se empleen las técnicas y obras de construcción más adecuadas de acuerdo a la topografía, caudal, precipitaciones, tipo de suelo, entre otras para las zonas afectadas.

Brindar asistencia psicológica a las personas que perdieron seres queridos en el aluvión, ya que existen personas de escasos recursos económicos que no pueden costearse un profesional que les ayude con su salud mental.

Promover el uso de software libre para la toma, análisis y representación de información geográfica. Ya que permite ahorrar recursos y reducir la dependencia de otras empresas, además de fomentar la generación y difusión de conocimiento de libre acceso.

## Referencias Bibliográficas

- Alfonso, L. (2019). *MANUAL PARA DEFINIR LOS LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS DE UNA ORGANIZACIÓN*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Alonso, F. (2008). *Sistemas de Información Geográfica*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*. Montecristi: Republica del Ecuador.
- Avilés, M., & Lizzete, H. (2009). Análisis y Modelamiento de Susceptibilidad a deslizamientos mediante un SIG. (*Tesis de pregrado*). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2009.
- Azañedo, J., & Peralta, W. (2018). *Delimitación de las zonas vulnerables a tsunamis en el cantón Salinas y LA libertad*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Bustamante, R. (2020). *Las quebradas de Quito*. Quito: FLACSO.
- Chang, I. (2018). *¿Qué es el Modelo Territorial?* From Municipio de Panamá: <https://plandistritalpanama.com/archivos/1771>
- COOTAD. (2010). *Código Orgánico Organización Territorio Autonomía Descentralización*. Ecuador: República del Ecuador.
- Dávila, F. (2012). *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas*. Cantabria: Vibercarto.
- Distrito Metropolitano de Quito. (2011). *Ordenaza de zonificación No.0011*. Quito.
- DMQ. (2019). *NORMA TÉCNICA PARA LA VALORACION DE BIENES INMUEBLES URBANOS Y RURALES DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO*. Quito: Municipio de Quito.
- Donoso, A. (2018). *Bien mueble*. Madrid: Economipedia.
- El Comercio. (2022). *Donados o arreglados: Víctimas del aluvión reciben sus vehículos*. From El Comercio: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/donaciones-electrodomesticos-vehiculos-afectados-aluvion.html>
- El Telégrafo. (2022). *Autos afectados por aluvión en La Gasca tendrán reparación gratuita*. From El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/autos-afectados-por-aluvion-en-la-gasca-tendran-reparacion-gratuita>
- Endara, R. (2009). *Evaluación Económica*. Cataluña: Osteba.



- ESRI. (2021). *¿Qué es una geodatabase?* From Arcgis:  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>
- Felícísimo, A. (2011). *Modelos Digitales del Terreno*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Gómez, D. (2008). *Ordenación territorial*. Mundi-Prensa Libros.
- Gonzales, L. (2016). Planceación urbana. *Revista de administración pública*.
- INEGI. (2003). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ORTOFOTOGRAFÍA*.  
 Bucaramanga: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- Lehmann, G. (1975). *Fotogrametría*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- LOOTUGS. (2016). *LEY ORGANICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTION DE SUELO*. Quito: Asamblea Nacional.
- OAS. (2011). *Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales*.  
 From Organization of American States:  
<http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea65s/ch10.htm>
- Ojeda, G. (2007). *Atlas de recursos geoambientales*. San Luis: Universidad de San Luis.  
 From Universidad Nacional de San Luis: <https://www.derechoecuador.com/la-ancestralidad-del-territorio-y-el-derecho-a-la-participacion>
- ONU. (2015). *un.org*. From <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Peltre, P. (1988). *Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y Cotopaxi*. Quito: CEN.
- Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial. (2015). *Propuesta: componente estratégico*. Quito: PMDOT.
- Planifica Ecuador. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)*. Quito.
- PNRD. (2018). *Plan Nacional de Respuesta ante Desastres*. Quito: Secretaría de Gestión de Riesgos.
- Ponce, H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Redalyc*, 113-130.
- Primicias. (2022). *80 vehículos destruidos en el aluvión son reparados por manos solidarias*. From Primicias: <https://www.primicias.ec/primicias-tv/sociedad/vehiculos-destruidos-aluvion-reparados-aeade/>
- Primicias. (2022). *Quito vive en riesgo constante por el mal manejo de sus quebradas*.  
 From Primicias: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/quito-riesgo-mal-manejo->



## Apéndices