

**MODELO MULTICRITERIO (AHP) PARA LA PRIORIZACIÓN PREDIAL EN  
PROCESOS DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL PÁRAMO DE  
CHINGAZA**



**SERGIO ANTONIO DIAZ BAEZ  
2279012**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS  
BOGOTÁ  
2020**

**MODELO MULTICRITERIO (AHP) PARA LA PRIORIZACIÓN PREDIAL EN  
PROCESOS DE RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL PÁRAMO DE  
CHINGAZA**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
**PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA**

**SERGIO ANTONIO DIAZ BAEZ**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Especialista en Gestión Territorial y Avalúos**

**Director**  
**JAIME ALBERTO DUARTE CASTRO**  
**Ingeniero Catastral y Geodesta**  
**Especialista en Sistemas de Información Geográfica**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS**  
**BOGOTÁ**  
**2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres por su esfuerzo y comprensión, a mi director de proyecto Ingeniero Jaime Alberto Duarte Castro por su constante apoyo profesional y personal, a los equipos consultores y técnicos de las empresas ECOCIALT SAS y EMES SAS por sus valiosos aportes técnico científicos durante el desarrollo del proyecto, Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO por facilitar el acceso a la información para desarrollar el proyecto y a la Universidad Santo Tomas por el apoyo recibido durante mi formación como Especialista en Gestión Territorial y Avalúos.

## **CONTENIDO**

|                                                            | <b>pág.</b> |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                        | <b>9</b>    |
| <b>1. JUSTIFICACIÓN</b>                                    | <b>11</b>   |
| <b>2. PROBLEMÁTICA A RESOLVER</b>                          | <b>13</b>   |
| <b>3. MARCO TEÓRICO</b>                                    | <b>16</b>   |
| <b>3.1 MÉTODOS MULTICRITERIO</b>                           | <b>16</b>   |
| <b>3.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)</b>        | <b>17</b>   |
| <b>3.3 ECOSISTEMA DE PÁRAMO</b>                            | <b>18</b>   |
| <b>3.4 COMPLEJO DE PÁRAMO CHINGAZA</b>                     | <b>20</b>   |
| <b>4. OBJETIVO PRINCIPAL</b>                               | <b>24</b>   |
| <b>4.1 OBJETIVOS SECUNDARIOS</b>                           | <b>24</b>   |
| <b>5. METODOLOGÍA</b>                                      | <b>25</b>   |
| <b>5.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>                   | <b>25</b>   |
| <b>5.2 SELECCIÓN DE CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN</b>          | <b>26</b>   |
| <b>5.2.1 Vulnerabilidad</b>                                | <b>27</b>   |
| <b>5.2.2 Zonificación ambiental del páramo de Chingaza</b> | <b>28</b>   |
| <b>5.2.3 Capacidad de uso de las tierras</b>               | <b>29</b>   |
| <b>5.2.4 Conflictos de uso del territorio colombiano</b>   | <b>30</b>   |
| <b>5.2.5 Cambio de las coberturas naturales</b>            | <b>31</b>   |
| <b>5.2.6 Presencia de fauna silvestre</b>                  | <b>32</b>   |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5.3 ESPACIALIZACIÓN CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN</b> | <b>33</b> |
| <b>5.4 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)</b>        | <b>42</b> |
| 5.4.1 Construcción de jerarquías                     | 42        |
| 5.4.2 Establecimiento de prioridades                 | 43        |
| 5.4.3 Consistencia Lógica                            | 44        |
| <b>5.5 INTEGRACIÓN ANÁLISIS MULTICRITERIO Y GIS</b>  | <b>46</b> |
| <b>6. RESULTADOS</b>                                 | <b>53</b> |
| <b>7. IMPACTOS</b>                                   | <b>58</b> |
| <b>8. RECOMENDACIONES</b>                            | <b>60</b> |
| <b>9. CONCLUSIONES</b>                               | <b>61</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                  | <b>63</b> |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                             | pág.      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Cuadro 1. Distribución municipal complejo Páramo de Chingaza .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>Cuadro 2. Puntaje Criterio de Vulnerabilidad .....</b>                   | <b>34</b> |
| <b>Cuadro 3. Puntaje Criterio de Zonificación Ambiental .....</b>           | <b>35</b> |
| <b>Cuadro 4. Puntaje Criterio Capacidad de Uso de las Tierras.....</b>      | <b>36</b> |
| <b>Cuadro 5. Puntaje Criterio Conflictos de Uso del Territorio .....</b>    | <b>37</b> |
| <b>Cuadro 6. Puntaje Criterio Cambio de Coberturas Naturales .....</b>      | <b>39</b> |
| <b>Cuadro 7. Puntaje Criterio Presencia de Fauna Silvestre .....</b>        | <b>41</b> |
| <b>Cuadro 8. Matriz de priorización.....</b>                                | <b>45</b> |
| <b>Cuadro 9. Prueba de consistencia lógica .....</b>                        | <b>46</b> |
| <b>Cuadro 10. Relación clasificación cualitativa, intervalos Jenks.....</b> | <b>52</b> |
| <b>Cuadro 11. Clasificación de los predios según su priorización .....</b>  | <b>54</b> |

## LISTA DE FIGURAS

pág.

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1. Mapa ubicación complejo Páramo de Chingaza .....</b>                             | <b>21</b> |
| <b>Figura 2. Ubicación del área de estudio .....</b>                                          | <b>26</b> |
| <b>Figura 3. Criterios de priorización.....</b>                                               | <b>27</b> |
| <b>Figura 4. Mapa de vulnerabilidad .....</b>                                                 | <b>28</b> |
| <b>Figura 5. Mapa de zonificación ambiental .....</b>                                         | <b>29</b> |
| <b>Figura 6. Mapa capacidad de usos de las tierras.....</b>                                   | <b>30</b> |
| <b>Figura 7. Mapa conflictos de usos del territorio .....</b>                                 | <b>31</b> |
| <b>Figura 8. Mapa cambio de coberturas naturales.....</b>                                     | <b>32</b> |
| <b>Figura 9. Mapa presencia de fauna silvestre .....</b>                                      | <b>33</b> |
| <b>Figura 10. Mapa Calificación Criterio Vulnerabilidad .....</b>                             | <b>34</b> |
| <b>Figura 11. Mapa Calificación Criterio Zonificación Ambiental.....</b>                      | <b>35</b> |
| <b>Figura 12. Mapa Calificación Criterio Capacidad de Uso de las Tierras .....</b>            | <b>37</b> |
| <b>Figura 13. Mapa Calificación Criterio Conflictos de Uso del Territorio.....</b>            | <b>39</b> |
| <b>Figura 14. Mapa Calificación Criterio Cambio de Coberturas Naturales .....</b>             | <b>40</b> |
| <b>Figura 15. Mapa Calificación Criterio Presencia de Fauna Silvestre.....</b>                | <b>41</b> |
| <b>Figura 16. Principios Rectores del Método AHP .....</b>                                    | <b>42</b> |
| <b>Figura 17. Escala de Saaty para Establecimiento de prioridades .....</b>                   | <b>44</b> |
| <b>Figura 18. Escala de Saaty para Establecimiento de prioridades .....</b>                   | <b>44</b> |
| <b>Figura 19. Fragmento resultado estadística zonal criterio zonificación ambiental .....</b> | <b>47</b> |
| <b>Figura 20. Fragmento resultado Join tabla estadística zonal y shape predios.....</b>       | <b>48</b> |

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 21. Fragmento resultado suma ponderada en la tabla de atributos capa vectorial predial .....</b> | <b>49</b> |
| <b>Figura 22. Mapa Resultado cartográfico suma ponderada .....</b>                                         | <b>50</b> |
| <b>Figura 23. Fragmento tabla de atributos asignación de valores cualitativa a la suma ponderada .....</b> | <b>51</b> |
| <b>Figura 24. Mapa de Priorización Predial .....</b>                                                       | <b>53</b> |
| <b>Figura 25. Database del Análisis multicriterio y su integración al GIS .....</b>                        | <b>57</b> |

## INTRODUCCIÓN

El complejo Páramo de Chingaza, es de gran importancia ecológica para la capital del país Bogotá y las comunidades que se han desarrollado en los 28 municipios que se encuentran alrededor y dentro del Páramo; teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos que este presta como abastecimiento de agua potable, conservación de fauna y flora, captura de carbono, tierras fértiles para actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

En las últimas décadas los procesos de colonización de los Páramos, para el desarrollo de actividades como: cultivo de papa, ganadería, explotación forestal, caza de animales y urbanización; han puesto en peligro la estabilidad del ecosistema, las especies animales, vegetales y los servicios ecosistémicos; que repercute en la calidad ambiental de las comunidades que viven y dependen del Páramo.

El daño sobre el Páramo ha producido el deterioro del suelo, recurso hídrico y lo más preocupante una disminución de las especies animales, vegetales propios del ecosistema como el oso de anteojos y el frailejón respectivamente y la proliferación de especies invasoras como el retamo espinoso, eucalipto, que pueden llevar a esta valiosa área natural, a una catástrofe ambiental sin precedentes en el país.

Como resultado de lo anterior a nivel nacional por medio del Ministerio de Medio Ambiente y otras instituciones, se han llevado a cabo esfuerzos colectivos para la protección de estos ecosistemas mediante la Ley 1930 de 2018 para la gestión integral de los Páramos, resolución 886 de 2018 lineamientos para zonificación y regímenes de usos en las áreas de Páramo y la delimitación de estos ecosistemas a una escala detallada 1:25.000; de esta forma se obtienen los lineamientos jurídicos para el manejo ambiental del ecosistema en mención.

De acuerdo con el contexto jurídico expuesto anteriormente, sobresale el tema de reconversión productiva para aquellos predios que se encuentran dentro del Páramo y son el sustento de las familias paramunas que habitan el ecosistema y desarrollan sus actividades agrícolas, pecuarias y forestales, hace varias generaciones aproximadamente más de medio siglo. Esta situación debe ser abordada por las entidades encargadas del manejo de los Páramos como lo dictamina la legislación mencionada, por medio de proyectos encaminados al mejoramiento de las condiciones de vida de las familias campesinas que habitan el ecosistema.

A partir de la situación de cómo abordar los procesos de reconversión productiva en zonas de Páramo, nace la necesidad de priorizar dicha intervención y direccionar las labores a los predios y propietarios que se encuentren en un alto grado de vulnerabilidad socioeconómica y que adicionalmente, presenten deterioro del ecosistema y ataques de fauna silvestre como el oso de anteojos; para ello se propone una evaluación multicriterio usando el proceso analítico jerárquico (AHP) y su posterior integración a los Sistemas de Información Geográfica (GIS).

En el proceso analítico jerárquico se utiliza información cartográfica de vulnerabilidad socioeconómica, zonificación ambiental del Páramo de Chingaza, capacidad de usos de las tierras, conflictos de usos del territorio, cambio de coberturas naturales y presencia de fauna silvestre, estos datos serán sometidos a una calificación en matriz de juicio de valor y sometidos a pruebas matemáticas de consistencia lógica y por último se hará la integración en una plataforma GIS.

Los objetivos del ejercicio de análisis multicriterio propuestos en el presente trabajo son: plantear la utilidad del modelo multicriterio (AHP) y los GIS, como herramienta de gestión territorial para la priorización predial, evaluar la metodología de jerarquía analítica en una muestra de 406 predios en el Páramo de Chingaza, elaborar cartografía temática de los resultados obtenidos durante el análisis multicriterio, construir database espacial con la información socioeconómica y biofísica de los predios evaluados como soporte de la línea base para la toma de decisiones de reconversión.

Los resultados esperados con la aplicación del análisis multicriterio planteado son: mapa de priorización predial, clasificación de los 406 predios de la muestra en categorías de priorización y la database con las capas temáticas usadas para el ejercicio del proceso analítico jerárquico.

Con base en lo expuesto a continuación se presenta el desarrollo del ejercicio multicriterio usando el proceso analítico jerárquico, la integración a los sistema de información geográfica (GIS) y los resultados de la utilidad del modelo AHP, como herramienta de gestión territorial para la priorización predial en proyectos de reconversión productiva en el Páramo Chingaza.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El análisis multicriterio y su integración con los GIS se ha usado en diferentes investigaciones como mediciones de sustentabilidad ambiental de sistemas agropecuarios en alta montaña, gestión de la biodiversidad, distribución y conectividad del bosque seco tropical y valoración económica de activos ambientales. Estos ejemplos validan la importancia del análisis propuesto para tomar decisiones en la gestión territorial y el desarrollo sostenible de los ecosistemas como el de Páramo.

Dentro del ordenamiento jurídico del país se presentan mecanismos para la protección y gestión de los complejos de Páramos como la Ley 1930 del 27 Jul 2018, la Resolución 710 del 6 de Mayo de 2016 y la Resolución 886 del 18 Mayo de 2018. Lo anterior, conduce a la creación de herramientas de toma de decisiones que permitan a los entes territoriales gestionar su territorio, y es ahí donde el análisis multicriterio y los GIS pueden aportar en la construcción de estrategias basadas en el desarrollo sostenible.

La propuesta planteada tiene por objetivo exponer el modelo multicriterio (AHP) y los sistemas de información geográfica (GIS) como herramientas de gestión territorial para la priorización predial, que integre variables espaciales biofísicas, como la zonificación ambiental del Páramo de Chingaza, capacidad de uso de las tierras, conflictos de uso del territorio, cambio de coberturas naturales, presencia de fauna y criterios económicos, sociales que hacen referencia dependencia, arraigo, y vulnerabilidad. El resultado de este ejercicio es útil como herramienta de gestión territorial, para la toma de decisiones y la estructuración de estrategias de intervención, como pilotos de reconversión productiva, fortalecimiento de actividades sostenibles como agricultura orgánica, ecoturismo, pago por servicios ambientales, que impacten de forma positiva las condiciones y medios de vida de las familias que habitan y dependen del Páramo para subsistir.

El éxito de las estrategias anteriormente planteadas se medirá en las áreas de páramo restauradas, rehabilitadas y transformadas de modelos agropecuarios extensivos, ineficientes a formas de producción sostenibles que aseguren el uso eficiente de los recursos disponibles para las tareas propuestas.

La aplicación del modelo multicriterio (AHP) y los GIS, como herramienta de gestión territorial en el caso de implementación de actividades de reconversión productiva en zona de Páramo, sería útil a CORPOGUAVIO, pues contaría con información especializada de base para la planificación de las intervenciones de aquellos predios que por su actividad agropecuaria hayan afectado el ecosistema, y tengan

que ingresar a un programa de mejoras de su sistema productivo acorde con la conservación y restauración ecológica.

## 2. PROBLEMÁTICA A RESOLVER

Los Páramos son áreas de importancia ecológica, por los servicios ecosistémicos que presta a la población como estabilidad de ciclos climáticos e hidrológicos, que los convierte en fábricas de agua donde nacen los ríos, de los cuales depende la mayor parte de provisión de agua para consumo humano, riego y generación de electricidad. Según HOFSTEDE, SEGARRA, MENA<sup>1</sup> el Páramo es el ecosistema natural que se encuentra localizado entre el límite del bosque cerrado (Bosque andino) y las nieves perpetuas en los trópicos húmedos.

Los Páramos a nivel mundial están sometidos a impactos que generan degradación, y según Castaño<sup>2</sup> “Hay dos tipos de impactos sobre los Páramos entre sí muy relacionados los impactos globales y los impactos locales”. El impacto global que afecta de forma drástica es el cambio climático reflejado en el calentamiento global que afecta a los ecosistemas de alta montaña por su fragilidad, donde no se puede estimar la magnitud del impacto del cambio climático sobre el ecosistema, debido a que las modificaciones no solo del espacio, sino también una variación hidrológica, insolación, entre otras. Adicionalmente, están la agricultura, la ganadería y las causas socioeconómicas que obligan, a desarrollar actividades agropecuarias a mayor altura. “El mayor impacto sobre todos los Páramos tanto en los Andes como en extensas partes de África, es sin lugar a dudas, la agricultura, ganadería (bovina, ovina) y quemas asociadas. No es extraño considerar que un 60% de los Páramos estén bajo uso continuo”<sup>3</sup>.

En Colombia se han logrado identificar 37 complejos de Páramo de los cuales 23 se encuentran delimitados a escala 1:25.000, estos territorios ocupan el 2.5% de la superficie continental del país y equivalen al 50% de los Páramos del mundo. En el país alrededor de 400 municipios tiene en su territorio ecosistemas de Páramo. Adicionalmente, el 19% de los complejos de Páramo se encuentran protegidos bajo alguna figura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Se estima que los Páramos del país han sido transformados entre un 15% y 25%, debido al avance de las actividades como agricultura, ganadería, minería, asentamientos humanos, vías, embalses y otras formas de uso. De acuerdo a

---

<sup>1</sup> HOFSTEDE, Robert. SEGARRA, Pool. MENA, Patricio. Los Páramos del Mundo. Quito.2003. p 15.

<sup>2</sup> CASTAÑO, C. Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor, Citado por HOFSTEDE, Robert. SEGARRA, Pool. MENA, Patricio. Los Páramos del Mundo. Quito.2003. p 27.

<sup>3</sup> HOFSTEDE, Robert. SEGARRA, Pool. MENA, Patricio. Los Páramos del Mundo. Quito.2003. p 27.

estimaciones elaboradas por el DANE del año 2005 o 2018? la población habitante del Páramo oscila entre 125.000 y 160.000. Según el IDEAM “Salvo por el caso del retroceso glaciar se desconocen los efectos del cambio climático sobre estos ecosistemas, sin embargo, IDEAM los cataloga como uno de los territorios más vulnerables a dicho fenómeno y por tanto con mayor prioridad frente a las acciones para enfrentar el cambio climático, teniendo en cuenta los impactos que se pueden producir en los bienes y servicios ambientales que estos suministran a las poblaciones humanas”<sup>4</sup>.

En el departamento de Cundinamarca se encuentran ubicados cuatro complejos de Páramos que son: el Altiplano Cundiboyacense, Chingaza, Cruz Verde – Sumapaz, Guerrero que juntos ocupan un área aproximada de 225.593.24 ha. Los principales impactos adversos en relación con los usos y sus implicaciones en la degradación de los suelos y el manejo sostenible de los Páramos en mención son ganadería extensiva, agricultura, deforestación y minería. El caso particular del Páramo de Chingaza debido a su importante participación como fuente abastecedora de agua potable para ciudad de Bogotá y la misma situación que se presentan otros Páramos en el país, ha llevado que durante las dos últimas décadas a tomar importancia el Páramo como ecosistema para la mitigación, adaptación del cambio climático y como fuente abastecedora principal de los acueductos a nivel nacional.

A partir de lo anteriormente expuesto, el marco jurídico colombiano respecto a la conservación y gestión sostenible de los páramos ha sufrido modificaciones con la ley 1930 de 2018 por la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los Páramos en Colombia; la resolución 886 de 2018 que dicta lineamientos para zonificación y regímenes de usos en los Páramos y la resolución 710 de 2016 por medio de la cual se delimita el Páramo de Chingaza. El nuevo marco jurídico para el manejo sostenible de los Páramos ha llevado a las Corporaciones Autónomas Regionales como Corpoguavio a realizar proceso de zonificación ambiental y caracterización socioeconómica de la población en las zonas del Páramo de Chingaza que se encuentra bajo su jurisdicción, con el fin de realizar la implementación de acciones de reconversión productiva en los predios, de acuerdo

---

<sup>4</sup> IDEMA. Sistemas agroforestales y restauración ecológica como medidas de adaptación al cambio climático en alta montaña, Caso piloto, Proyecto Nacional de Adaptación al Cambio Climático – INAP– componente B, IDEAM y Conservación Internacional, Citado por A. Botía, A. Oliveros, C. Avella, C., Sarmiento, C. Rey, D. Ruales, F., Rubio, Luz H. Hernández, G. A. Carrión, G. A. Ángel Berrío, C. E. Rodríguez Murcia, J. Insuasty, M. Galvis, N. Ramírez, & V. Cortés. 2018. Documento de lineamientos para la elaboración del plan de manejo ambiental y la zonificación y régimen de usos aplicable a páramos delimitados. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Conservación Internacional Colombia, Empresa de Acueducto de Bogotá.

a los lineamientos establecidos por el nuevo marco jurídico, para la gestión integral de los Páramos.

La reconversión de actividades agropecuarias en Páramos se entiende como una estrategia de gestión del cambio de los sistemas agropecuarios orientado a acciones que conlleven progresivamente a la transformación de los actuales modelos de producción no compatible con el ecosistema, hacia modelos de producción agroecológica, buscando con ellos reducir los conflictos de usos del territorio y los impactos biofísicos, sociales, económicos y culturales de las actividades agropecuarias que existen antes de la entrada en vigor de las regulaciones estipuladas en la nueva legislación de Páramos.

La omisión en la realización de la zonificación ambiental y la caracterización socioeconómica y la puesta en marcha de los procesos de reconversión productiva en Páramos bajo los parámetros jurídicos actuales vigentes, trae como consecuencia acelerar los procesos de degradación de suelos, coberturas, fauna, flora y recurso hídrico poniendo en riesgo los servicios ecosistémicos que brinda el Páramo como el abastecimiento de agua a ciudades y el bienestar de las familias que habitan y dependen del ecosistema y por último conllevaría a sanciones que recaerían sobre los entes territoriales que hicieron caso omiso a lo estipulado en las políticas de gestión sostenible del ecosistema de Páramo.

Es necesario identificar y proponer herramientas que permitan crear la línea base para la toma de decisiones de los procesos de reconversión productiva en áreas de Páramo y aparte de esta premisa se abren los interrogantes: ¿Qué metodologías de análisis de datos serán útiles para direccionar los procesos de reconversión productiva?, ¿Qué herramientas de análisis de datos permitirán integrar las zonificaciones ambientales y la caracterización socioeconómica para la generación de una línea base de tomas de decisiones en procesos de reconversión productiva?, ¿Cuál es la mejor forma de representación de los datos obtenidos a partir de las herramientas de análisis de estos?.

### 3. MARCO TEÒRICO

#### 3.1 MÉTODOS MULTICRITERIO

“Los métodos multicriterio se fundamentan en procesos decisorios que requiere de la aplicación de actividades de comparación que permitan apoyar al tomador de decisiones en resoluciones consistentes con algún marco de racionalidad adoptado”<sup>5</sup> Los métodos multicriterio permiten la toma de decisiones a partir de evaluaciones hechas mediante puntuaciones como expresa JIMENEZ “Es una metodología que incluye un conjunto de técnicas orientadas a evaluar procesos de toma de decisiones o problemas de decisión social caracterizadas por los conflictos que se presentan entre individuos y grupos diversos que poseen criterios contradictorios entre sí. Esta incluye conceptos, aproximaciones, modelos y métodos que facilitan la toma de decisiones con base en una evaluación expresada en puntuaciones, valores o intensidades de preferencia”<sup>6</sup>.

De acuerdo a CEPAL<sup>7</sup> El análisis multicriterio es un proceso de decisión que implica la comparación entre alternativas sobre las cuales se debe optar frente a ciertas disyuntivas y se hace necesario separar el problema en elementos que lo componen para compáralos entre ellos realizando mediciones y estableciendo jerarquías. De acuerdo con VOOGD “La finalidad de estas técnicas es investigar un número de alternativas a partir de múltiples puntos de vista, criterios y objetivos en conflicto”<sup>8</sup>.

Dentro de los diversos métodos multicriterio, se resalta el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), que de acuerdo a CEPAL<sup>9</sup> es una metodología desarrollada en la década de los años 70, por el matemático Thomas L. Saaty; el método consiste en

---

<sup>5</sup> CEPAL. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile. 2008. P 39.

<sup>6</sup> JÍMENEZ, G. (2009) Optimización. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Sección de Publicaciones. Citado por OSPINA Janet. Aplicación del modelo multicriterio metodologías AHP Y GP para la valoración económica de los activos ambientales. Manizales. 2012. P48

<sup>7</sup> CEPAL. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile. 2008. P 39.

<sup>8</sup> Voogd. 1990. Multicriteria evaluation in physical planning. North Holland Publ., Amsterdam. Citado por CRUZ, Fabio. Análisis espacial multicriterio para el estudio de la distribución y conectividad estructural de aves del bosque seco tropical (BST) del Tolima. Bogota. 2017. P 3.

<sup>9</sup> CEPAL. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile. 2008. P 39.

descomponer las estructuras complejas de un problema en sus componentes y ordenar estos en variables en una estructura jerárquica, obteniendo valores numéricos para sintetizarlos y determinar que variables tienen la más alta prioridad. El método propone una manera de ordenar el pensamiento analítico, destacando tres principios: construcción de jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica.

Luego, la metodología multicriterio a usar en el presente ejercicio, es el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), porque se caracteriza como método de evaluación multicriterio para variables discretas, no considera la incertidumbre y es un modelo matemático que debe ser sometido a una consistencia lógica para corroborar su exactitud.

### **3.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)**

Los GIS se conciben como el trabajo conjunto del Hardware, Software más la interacción de un usuario y de acuerdo a Gómez Delgado y Barredo Cano se consideran como “un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión”<sup>10</sup>.

“Un sistema de información geográfica (GIS) es un entorno para recopilar, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia de la geografía, el GIS integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones usando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, los GIS revelan conocimientos más profundos de los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes”<sup>11</sup>.

La aplicación de los sistemas de información geográfica (GIS), se ha extendido a una amplia gama de campo , según SARRIA, Alonso<sup>12</sup> entre las aplicaciones más

---

<sup>10</sup> Barredo, J. Gómez, M. (2005). Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Alfaomega Grupo Editor. Citados por OSPINA Janet. Aplicación del modelo multicriterio metodologías AHP Y GP para la valoración económica de los activos ambientales. Manizales. 2012. P 5

<sup>11</sup> ESRI; España. ¿Qué es el GIS? <https://www.esri.es/es-es/descubre-los-gis/qu-es-sig/que-es-sig>

<sup>12</sup> SARRIA, Alonso. Sistemas de Información Geográfica Temario de la asignatura. Murcia España. 2013-2014. P 38-39.

usadas se destacan las científicas en temáticas ciencias medioambientales, desarrollo de modelos empíricos, modelización cartográfica, teledetección. Campo de la gestión en temas como cartografía automática, información pública catastral, planificación de espacio protegidos, ordenamiento territorial, estudios de impacto ambiental y por último temáticas empresariales como marketing, estrategia de distribución y localización óptima de sucursales en función de sus clientes.

En la actualidad los métodos multicriterio (AHP), como herramienta para tomar decisiones, se integran con los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y se convierten en una herramienta de la gestión territorial para zonas de importancia ambiental, como los complejos de Páramos permitiendo direccionar procesos de reconversión productiva, encaminados a priorizar aquellos predios que por sus actividades agropecuarias han afectado el ecosistema construyendo con la comunidad las estrategias de desarrollo sostenible.

### **3.3 ECOSISTEMA DE PÁRAMO**

Con el levantamiento de la cordillera de los Andes, hace aproximadamente 5 millones de años se inicia la formación del bosque andino y por encima de este de los ecosistemas de Páramos sobre los 3 000 msnm; las condiciones de clima, suelos y biodiversidad determinan su presencia en el norte de los Andes, desde el norte del Perú hasta Ecuador, Colombia y Venezuela, y aisladamente en Panamá y Costa Rica. Existen varios conceptos para definir Páramo. Según Cuatrecasas<sup>13</sup> los Páramos son extensas regiones desoladas que coronan las cordilleras por encima del bosque andino sobre los 3200 msnm y se divide en los subpisos térmico Subpáramo, páramo y superpáramo.

De acuerdo con Pombo<sup>14</sup> el Páramo es una unidad ecológica de gran importancia para la regulación de los flujos de agua, por la capacidad de sus suelos hidromórfico para retener grandes volúmenes de agua y controlar el flujo a través de las cuencas hidrográficas. Una definición integral de Páramo se resume según Rangel<sup>15</sup> “la

---

<sup>13</sup> Cuatrecasas. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Bogota.1958. Citado por Ministerio de Medio Ambiente. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá. 2002. P 20

<sup>14</sup> Pombo, et. Al. 1989 en Geoingeniería-MMA. 1999. Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de Páramos, Sabanas, Zonas áridas y Humedales de agua dulce. Citado por Ministerio de Medio Ambiente. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá. 2002. P 20

<sup>15</sup> RANGEL, J. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Bogotá. 2000. Citado por Ministerio de Medio Ambiente. Programa para

región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Está definida como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana”.

Sin embargo, las amenazas sobre el ecosistema de Páramo y sus servicios ecosistémicos están en aumento, según VARGAS Y RIVERA “señalan también como factores que están acelerando la destrucción de los páramos en Colombia, los siguientes: quemas indiscriminadas, ganadería extensiva, erosión hídrica fuerte y alteración de los movimientos naturales del agua, sedimentación y eutrofización de las lagunas, corte de matorrales y bosques enanos para leña, extinción de fauna y flora nativas, pérdida de endemismos, desviación de las sucesiones naturales, pérdida del potencial de regeneración natural, explotación de minas, colonización acelerada, establecimiento de plantaciones forestales con especies exóticas como *Cupressus* y *Pinus*, y apertura de carreteras”<sup>16</sup>.

Los Páramos como ecosistemas de alta montaña albergan una riqueza natural variada y de importancia para el sostenimiento de los habitantes en la zona rural como urbana; sin embargo, son sometidos a presión antrópica que los debilita, degrada y pone en riesgo, los servicios ecosistémicos que prestan como captura de carbono, abastecimiento de agua, refugio de fauna y flora endémica; de continuar con la degradación de tan valioso ecosistema los resultados serían catastróficos para los habitantes que viven, dependen del Páramo.

---

el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá. 2002. P 21

<sup>16</sup> Vargas, O. & Rivera, D. 1990 en Vargas, O.1996. Impacto del fuego y pastoreo sobre el medio ambiente páramo. Serie montañas tropoandinas volumen II. Citado por Ministerio de Medio Ambiente. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá. 2002. P 30

### 3.4 COMPLEJO DE PÁRAMO CHINGAZA

El Complejo de Páramo de Chingaza, se ubica en el centro del país, sobre la cordillera oriental entre los departamentos de Cundinamarca y Meta; de acuerdo al Instituto Humboldt<sup>17</sup> este Páramo se encuentra distribuido en 28 municipios, resaltando a Fomeque, Guasca, Junín. San Juanito, La Calera, Guatavita y el Calvario los cuales tienen la mayor área del Páramo dentro de sus territorios. El área de Chingaza es de 111 667 hectáreas (ha), y su rango de altitud se encuentra entre los 3 150 y 3 980 msnm. El complejo incluye los ecosistemas de Páramos de Chingaza, Gachalá, Guasca, Guatavita, Las Barajas, El Atravesado, San Salvador y las localidades altas del Gorro, Tunjaque, Cerro Granizo. Las corporaciones autónomas regionales con territorios en los Páramos en mención, son Corpoguavio (66.1%), CAR (17.9%) y Corporinoquia (16%), Adicionalmente se encuentra bajo la figura de protección 35 200 ha del complejo que se encuentra dentro del Parque Nacional Natural Chingaza.

El principal valor que tiene el Complejo de Páramo de Chingaza es el suministro de agua por medio de la represa de Chuza que le brindan una capacidad de 14 m<sup>3</sup> por segundo, abasteciendo de agua potable a cerca del 80% de Bogotá. Las principales actividades económicas de la población rural de acuerdo al Instituto Humboldt<sup>18</sup> son La ganadería que ocupa un área de 180 003 ha y la agricultura que cubre un área de 596 262 ha, los cultivos más representativos cubren el 81.53% del área en agricultura y se distribuyen de la siguiente manera, arveja 1.82%, zanahoria 1.82%, café 1.94%, frijol 2.65%, arroz de riego 5.30%, maíz tradicional 6.47%, soya 8.44%, Palma de aceite 12.04%, arroz seco mecanizado 17.37% y de mayor incidencia la papa con 23.96%, este producto es el principal en la zona de Páramo entre los 2 000 y 3 200 msnm, cerca de 90 000 familia están vinculadas directamente con su producción y cerca de medio millón de personas participan en su comercialización y procesamiento.

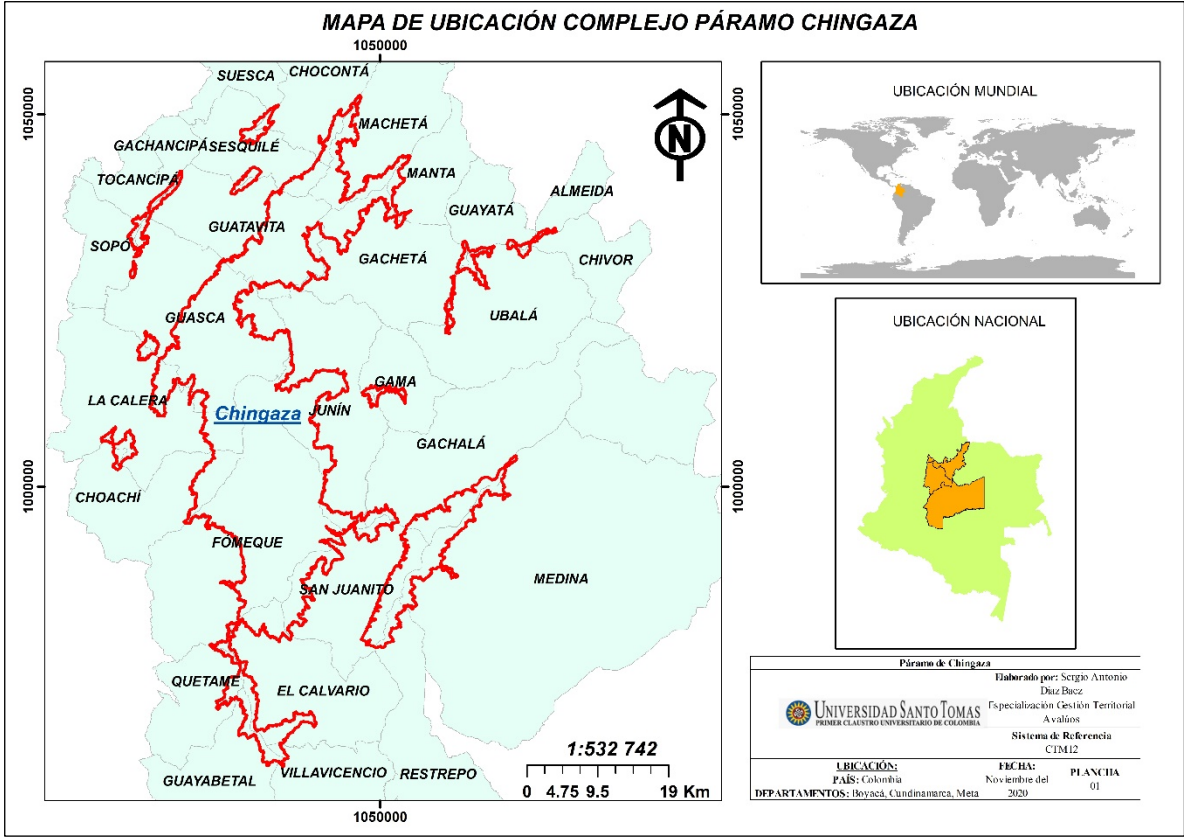
Adicional a los servicios ecosistémicos que presta el Páramo, también es un productor de alimento y bienestar para familias campesina y urbanas. La importancia de este ecosistema y se refleja en lo expuesto anteriormente, y por esta razón es de interés nacional el estudio, conservación y reconversión de los sistemas productivos que le han hecho daño, mediante el uso de herramientas de análisis

---

<sup>17</sup> Morales M., Otero J., Van der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C., Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. y Cárdenas L. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 2007. p.93

<sup>18</sup> Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Estudios técnicos, económicos, sociales y Ambientales complejo de páramos chingana. Bogotá, D. C. 2015. p.153

### Figura 1. Mapa ubicación complejo Páramo de Chingaza



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 1. Distribución municipal complejo Páramo de Chingaza**

| <b>Municipio</b>   | <b>Área (ha)</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|--------------------|------------------|-----------------------|
| <b>FÓMEQUE</b>     | 27124.99         | 24.29%                |
| <b>GUASCA</b>      | 18361.37         | 16.44%                |
| <b>GUATAVITA</b>   | 10810.87         | 9.68%                 |
| <b>JUNÍN</b>       | 10168.65         | 9.11%                 |
| <b>SAN JUANITO</b> | 7557.67          | 6.77%                 |
| <b>LA CALERA</b>   | 5152.41          | 4.61%                 |
| <b>EL CALVARIO</b> | 4399.05          | 3.94%                 |
| <b>MACHETÁ</b>     | 4202.05          | 3.76%                 |
| <b>GACHALÁ</b>     | 3711.83          | 3.32%                 |
| <b>GACHETÁ</b>     | 3677.15          | 3.29%                 |
| <b>MEDINA</b>      | 3377.72          | 3.02%                 |
| <b>CHOACHÍ</b>     | 3080.97          | 2.76%                 |
| <b>SESQUILÉ</b>    | 2285.01          | 2.05%                 |
| <b>GUAYABETAL</b>  | 1306.07          | 1.17%                 |
| <b>CHOCONTÁ</b>    | 1229.15          | 1.10%                 |

| <b>Municipio</b>      | <b>Área (ha)</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|-----------------------|------------------|-----------------------|
| <b>UBALÁ</b>          | 1011.47          | 0.91%                 |
| <b>QUETAME</b>        | 929.37           | 0.83%                 |
| <b>RESTREPO</b>       | 847.21           | 0.76%                 |
| <b>MANTA</b>          | 611.24           | 0.55%                 |
| <b>GAMA</b>           | 409.31           | 0.37%                 |
| <b>VILLAVICENCIO</b>  | 307.18           | 0.28%                 |
| <b>TOCANCIPÁ</b>      | 304.04           | 0.27%                 |
| <b>SOPÓ</b>           | 293.26           | 0.26%                 |
| <b>GUAYATÁ</b>        | 274.96           | 0.25%                 |
| <b>CHIVOR</b>         | 96.45            | 0.09%                 |
| <b>GACHANCIPÁ</b>     | 62.94            | 0.06%                 |
| <b>ALMEIDA</b>        | 53.31            | 0.05%                 |
| <b>SUESCA</b>         | 21.10            | 0.02%                 |
| <b>Total, general</b> | 111 667          | 100%                  |

Fuente: Elaboración propia

## **4. OBJETIVO PRINCIPAL**

Plantear la utilidad del Modelo Multicriterio (AHP) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) como Herramientas de Gestión Territorial, para la Priorización Predial en Procesos de Reconversión Productiva en el Páramo de Chingaza.

### **4.1 OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Evaluar la metodología de jerarquías analíticas en una muestra de predios en el Páramo de Chingaza.
- Elaborar cartografía temática de los resultados obtenidos durante el análisis multicriterio.
- Construir la Database espacial con la información socioeconómica y biofísica de los predios evaluados que sirva como línea base para la toma de decisiones de reconversión productiva.

## **5. METODOLOGÍA**

La metodología de análisis a utilizar para desarrollar el presente trabajo es el análisis jerárquico, que de acuerdo con CEPAL<sup>19</sup> integra aspectos cualitativos y cuantitativos en procesos únicos de decisión, incorporando valores personales y pensamiento lógico en una única estructura y de este modo se convierte el proceso que ocurre naturalmente en la mente en uno explícito, facilitando y promoviendo la toma de decisiones bajo escenarios multicriterio y con resultados objetivos y confiables.

La metodología de análisis jerárquico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones permite:

- Definir el problema que se desea resolver
- Identificar los criterios en la toma de decisiones
- Trabajo multidisciplinario
- Estructurar los criterios y subcriterios en una jerarquía
- Determinar la importancia de cada criterio en ponderaciones y sintetizar la información para la toma de decisiones
- Obtener un resultado en consenso recogiendo convergencias y opiniones de diferentes actores como expertos y comunidad en general

### **5.1 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

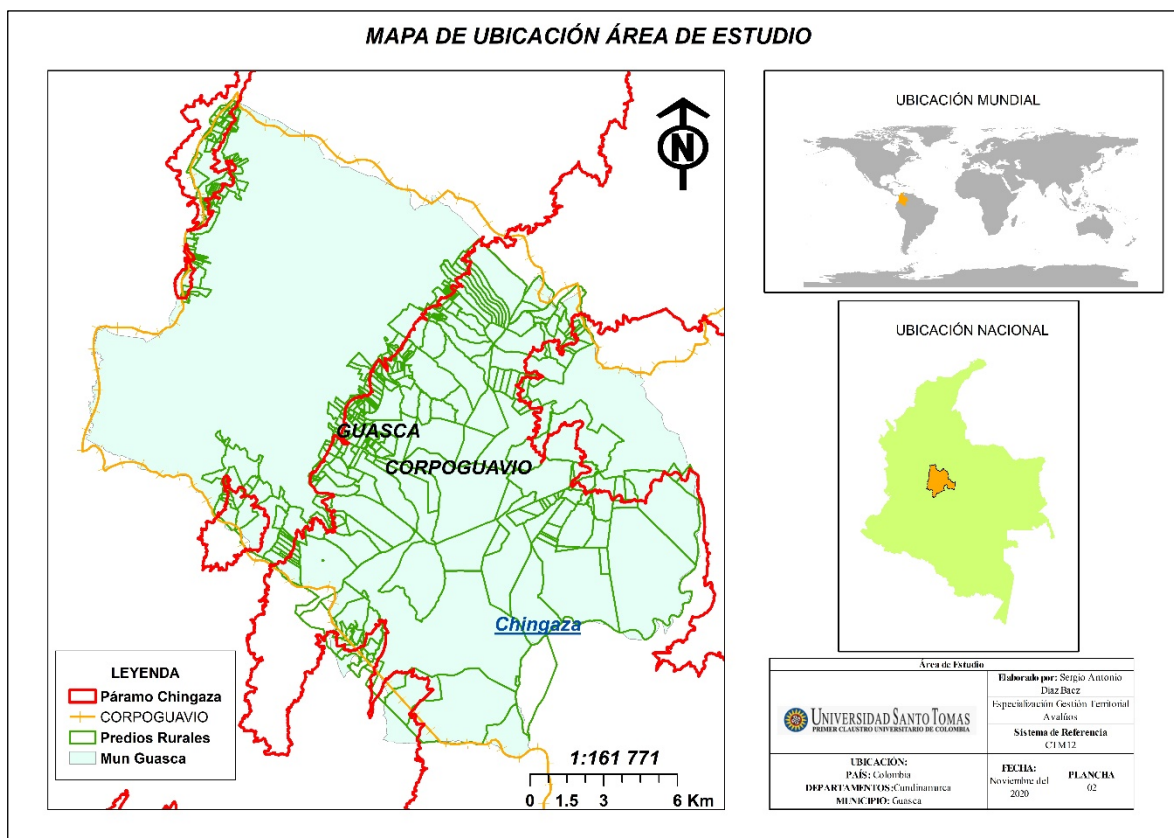
Para el desarrollo del presente trabajo la zona de estudio se encuentra localizada en el municipio de Guasca Cundinamarca, que cuenta con 18 361.37 hectáreas que equivalen al 16% de su territorio dentro del Páramo de Chingaza, adicionalmente el área en mención se encuentra en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional Del Guavio – CORPOGUAVIO.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, la evaluación multicriterio se hará sobre una muestra de 406 predios del área rural del municipio de Guasca Cundinamarca que se encuentran total o parcialmente dentro del Páramo de Chingaza.

---

<sup>19</sup> CEPAL. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile. 2008. P 56.

**Figura 2. Ubicación del área de estudio**



Fuente: Elaboración propia

## 5.2 SELECCIÓN DE CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

Definida el área de estudio, se procede a la selección de los criterios que serán usados como elementos de priorización de los predios objeto de reconversión productiva. Para la selección de dichos criterios se tiene en cuenta la disponibilidad en formato shape, ráster de la información biofísica y socioeconómica, cambios espacio temporales en las capas y escala de detalle menor o igual a 1:100.000 en el caso de capas vectoriales y resolución del pixel menor o igual a 30 metros (escala 1:100 000 o superior) para el caso de las capas ráster. A continuación, se describen cada uno de los criterios seleccionados para el análisis multicriterio. Ver Figura 3

**Figura 3. Criterios de priorización**



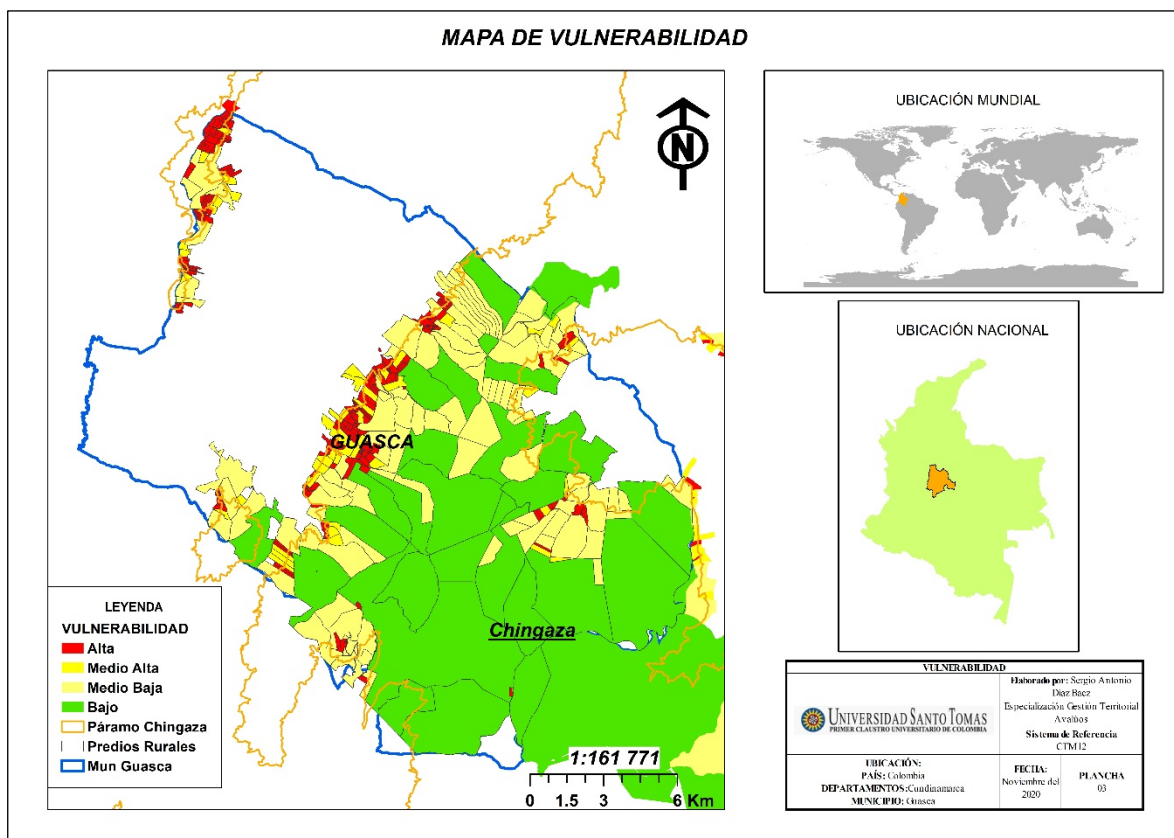
Fuente: Elaboración propia

### **5.2.1 Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad se entiende como la condición de los medios de vida de base agropecuaria y de la población habitante del páramo que hace referencia a su potencial afectación por la aplicación de los dispuesto en la ley 1753 de 2015 (Resolución 886 del 2018). La población con mayor grado de vulnerabilidad será aquella que presenta mayores probabilidades de afectación debido a que su subsistencia depende de las actividades desarrolladas en el páramo y su identidad cultural se ha construido en estos espacios naturales. Ver Figura 4.

La capa temática usada corresponde a la vulnerabilidad resultado de la zonificación y régimen de usos de las áreas del páramo de Chingaza en jurisdicción de CORPOGUAVIO.

**Figura 4. Mapa de vulnerabilidad**

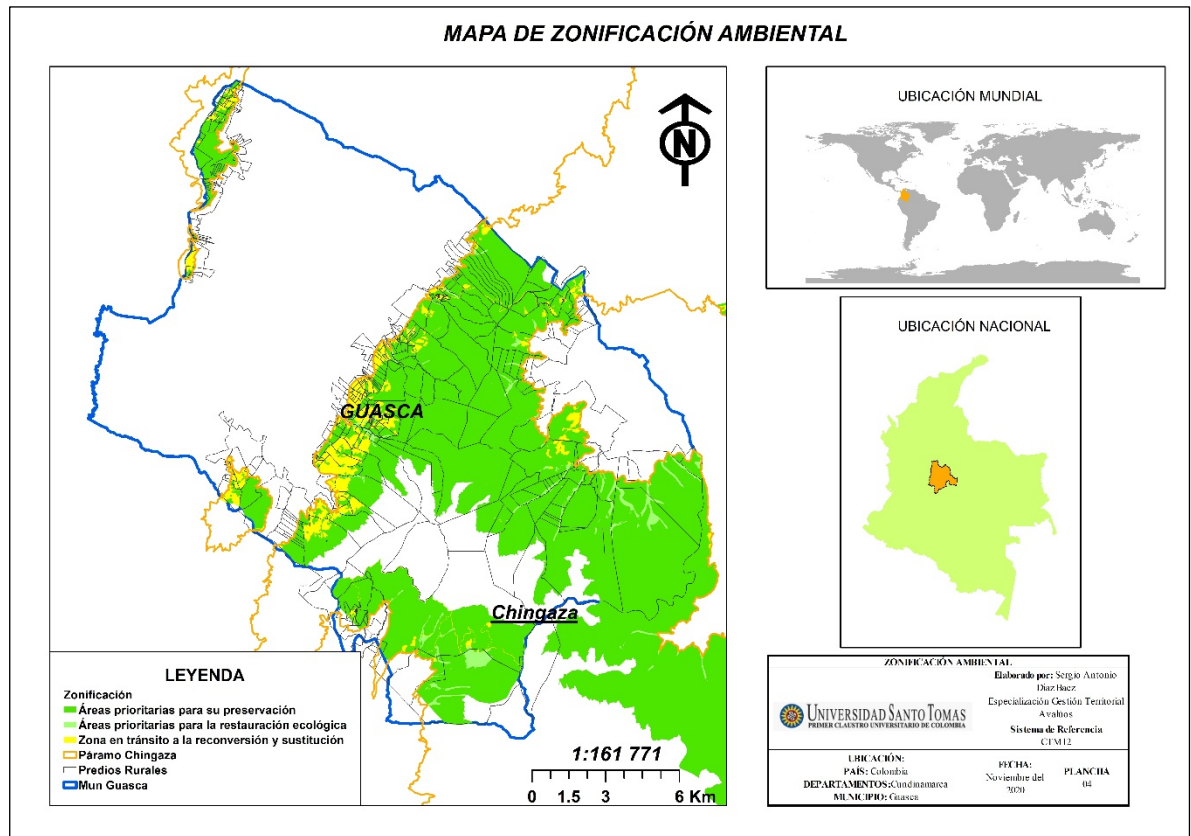


Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2 Zonificación ambiental del páramo de Chingaza

La capa temática usada corresponde al resultado de la zonificación ambiental adelantada por CORPOGUAVIO en el área de su jurisdicción que se encuentra dentro del páramo de Chingaza con la definición de las unidades homogéneas de zonificación de acuerdo con la categorización de la resolución 886 de 2018 “Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias”. Figura 5.

**Figura 5. Mapa de zonificación ambiental**



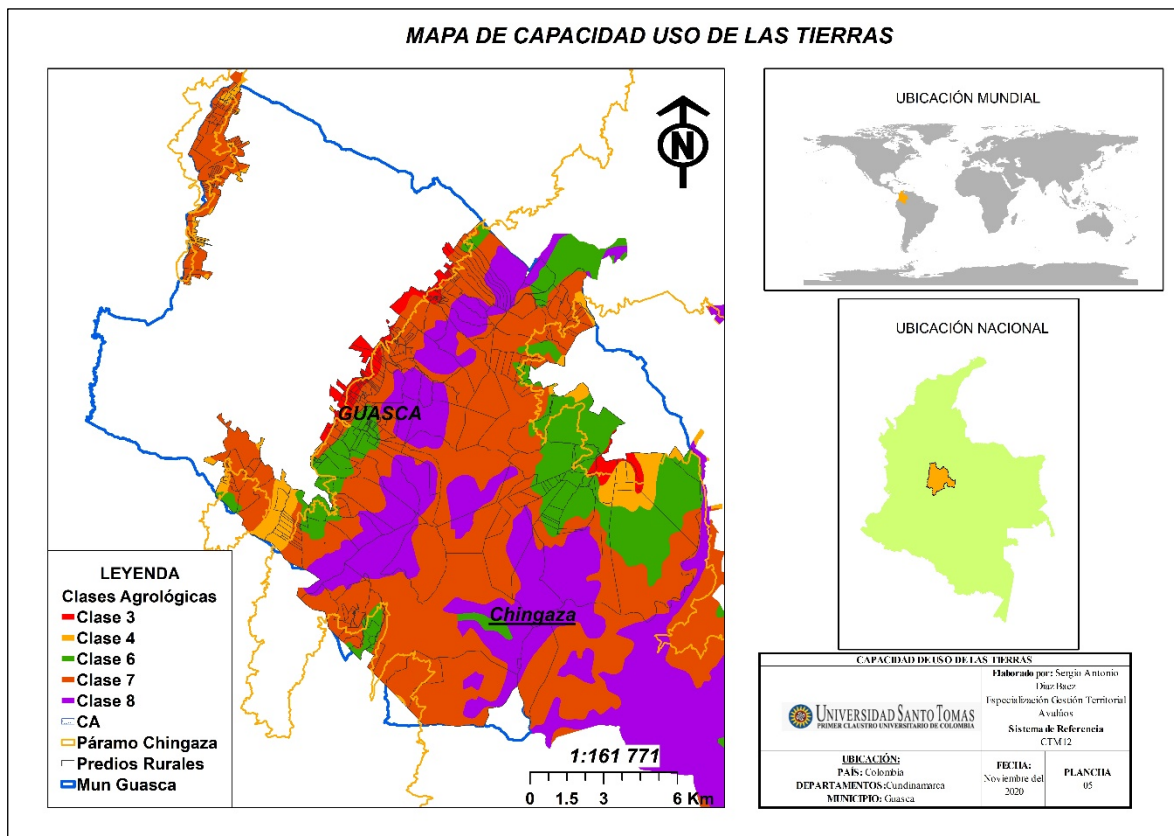
Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3 Capacidad de uso de las tierras

La clasificación de tierras por su capacidad de uso, es una interpretación basada en los efectos combinados del clima y de las características poco modificables de las geoformas y los suelos, en cuanto, a limitaciones en su uso, capacidad de producción, riesgo de deterioro del suelo y requerimientos de manejo.

La capa temática usada corresponde a la generada en el marco del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca, escala 1:100 000, año 2000, elaborada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Ver Figura 6.

**Figura 6. Mapa capacidad de usos de las tierras**



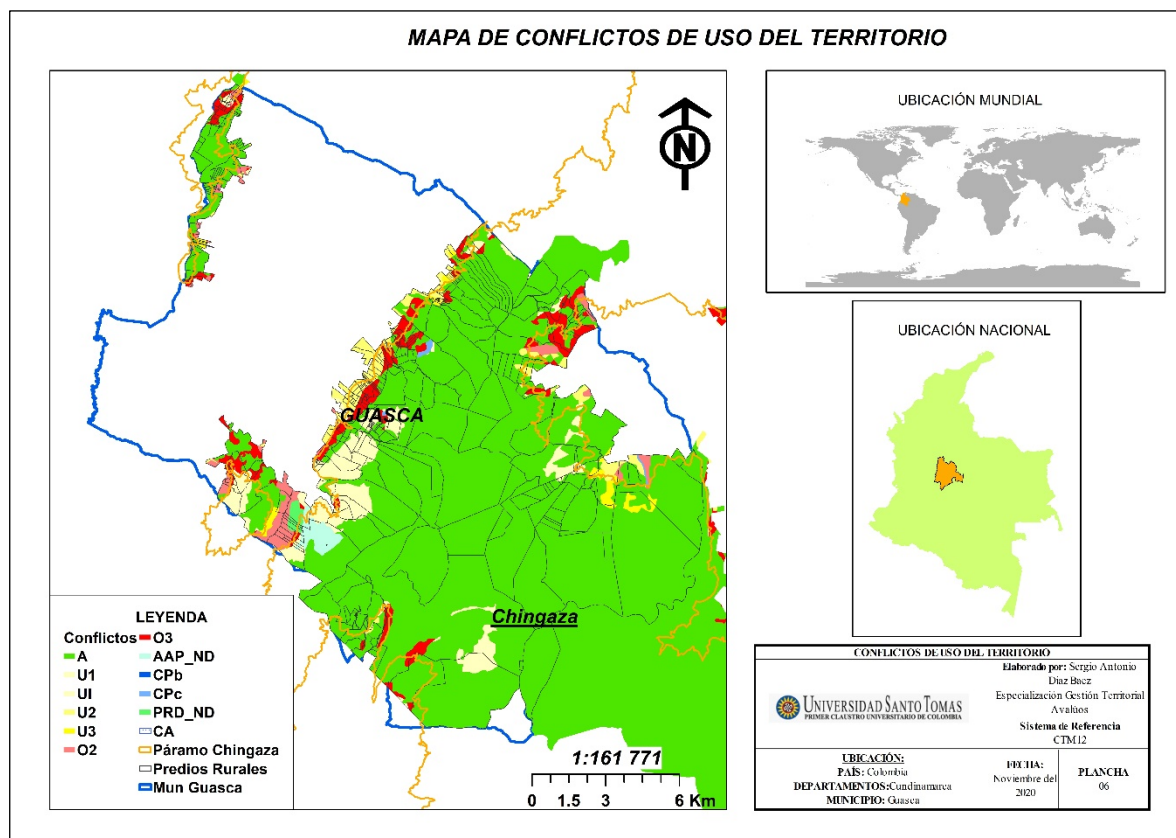
Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.4 Conflictos de uso del territorio colombiano

Los conflictos de usos corresponden a discrepancias entre el uso que el hombre realiza del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales, ecológicas, culturales, sociales, económicas.

La capa temática usada corresponde a la generada en el marco del proyecto Conflictos de Uso del Territorio Colombiano, escala 1:100.000 año 2012. Ver Figura 7.

**Figura 7. Mapa conflictos de usos del territorio**



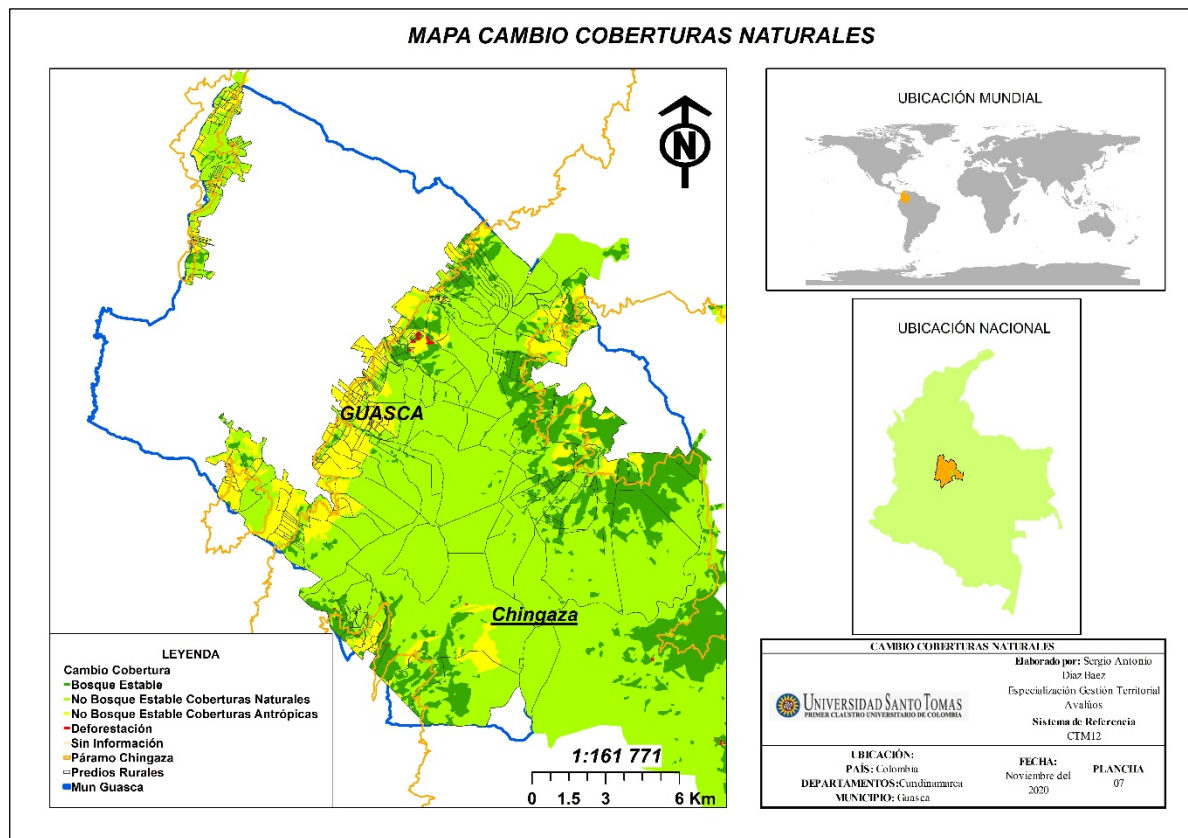
Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5 Cambio de las coberturas naturales

El monitoreo periódico del cambio en la superficie cubierta por bosque natural permite cuantificar la diferencia o balance neto entre la superficie de bosque regenerado (ganancia) y la superficie de bosque deforestada (pérdida) que ocurren en un periodo de tiempo analizado. Igualmente, se identifican las áreas que se mantienen sin cambios en un periodo de tiempo analizado, como áreas de bosque estable o como áreas de bosque inestable. En esta categoría se crearon dos subcategorías nuevas con el fin de identificar las zonas que conservan algún tipo de cobertura natural y aquellas antrópicas.

La capa temática usada corresponde a la generada en el marco del proyecto monitoreo del cambio en la superficie cubierta por bosque natural IDEAM. Ver Figura 8.

**Figura 8. Mapa cambio de coberturas naturales**



Fuente: Elaboración propia

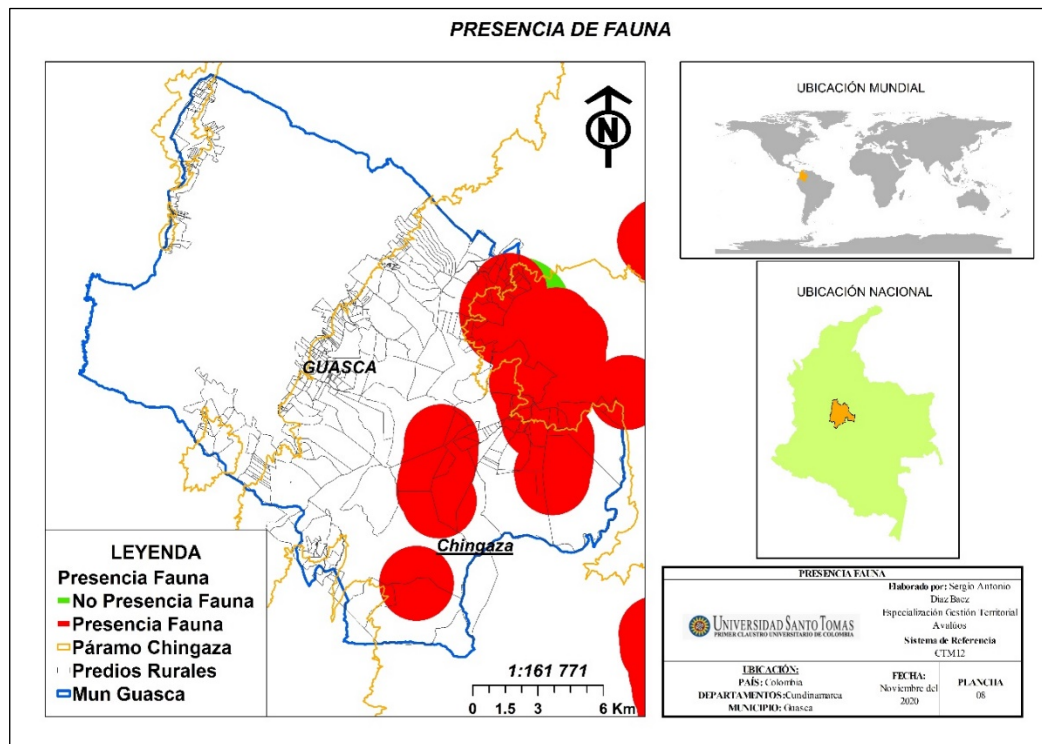
### 5.2.6 Presencia de fauna silvestre

El conflicto entre la fauna silvestre y el ser humano que en la mayoría de los casos se origina en la proximidad o la invasión de la ganadería y cultivos a zonas de páramo y bosque. Esta intervención a la vegetación nativa interrumpe los corredores de movilidad de osos, felinos, aves e impacta sus habituales fuentes de alimentación, ante la disminución de opciones para nutrirse, tanto el oso como los grandes felinos se ven obligados a atacar ovejas, vacas, novillo o terneros lo que genera conflicto con las comunidades que viven o mantiene sus rebaños cerca o al interior del ecosistema de páramo.

Por la problemática expuesta se utilizó como referencia el registro de ataques de fauna silvestre año 2019, manejado por CORPOGUAVIO y adicional se tuvo en cuenta el listado de avistamientos del oso andino que maneja Parques Nacionales

Naturales de Colombia. Esta variable tendrá una alta importancia al momento de realizar a la respectiva priorización. Ver Figura 9.

**Figura 9. Mapa presencia de fauna silvestre**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3 ESPACIALIZACIÓN CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

Los criterios de priorización seleccionados fueron categorizados, asignando una calificación de 0 a 1 de acuerdo con su nivel de importancia, afectaciones sobre el medio biofísico y la condición socioeconómica de los habitantes del páramo. Los resultados de las categorizaciones y calificaciones se especializó en formato ráster usando como máscara un tamaño de pixel de 10\*10.

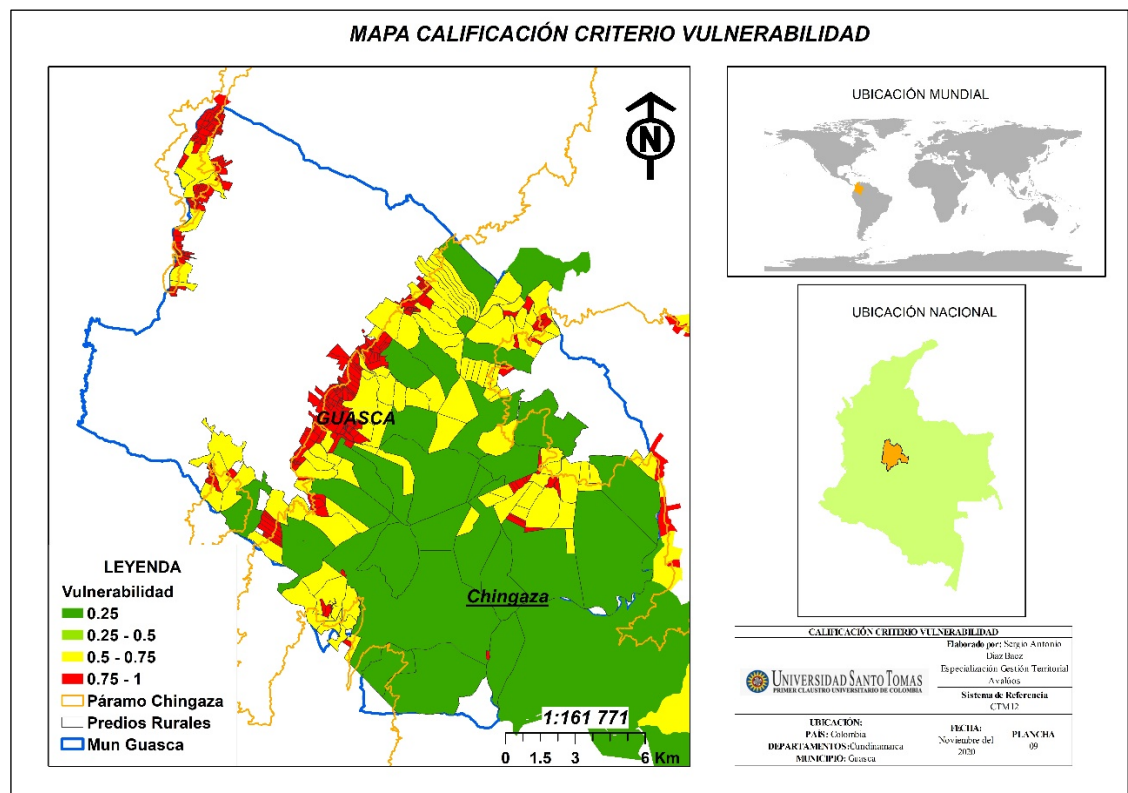
A continuación, se observan los resultados obtenidos. Ver Cuadro 2, Cuadro 3, Cuadro 4, Cuadro 5, Cuadro 6, Cuadro 7 y Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15

**Cuadro 2. Puntaje Criterio de Vulnerabilidad**

| CATEGORIAS | CALIFICACIÓN |
|------------|--------------|
| Baja       | 0.25         |
| Media baja | 0.5          |
| Media alta | 0.75         |
| Alta       | 1            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 10. Mapa Calificación Criterio Vulnerabilidad**



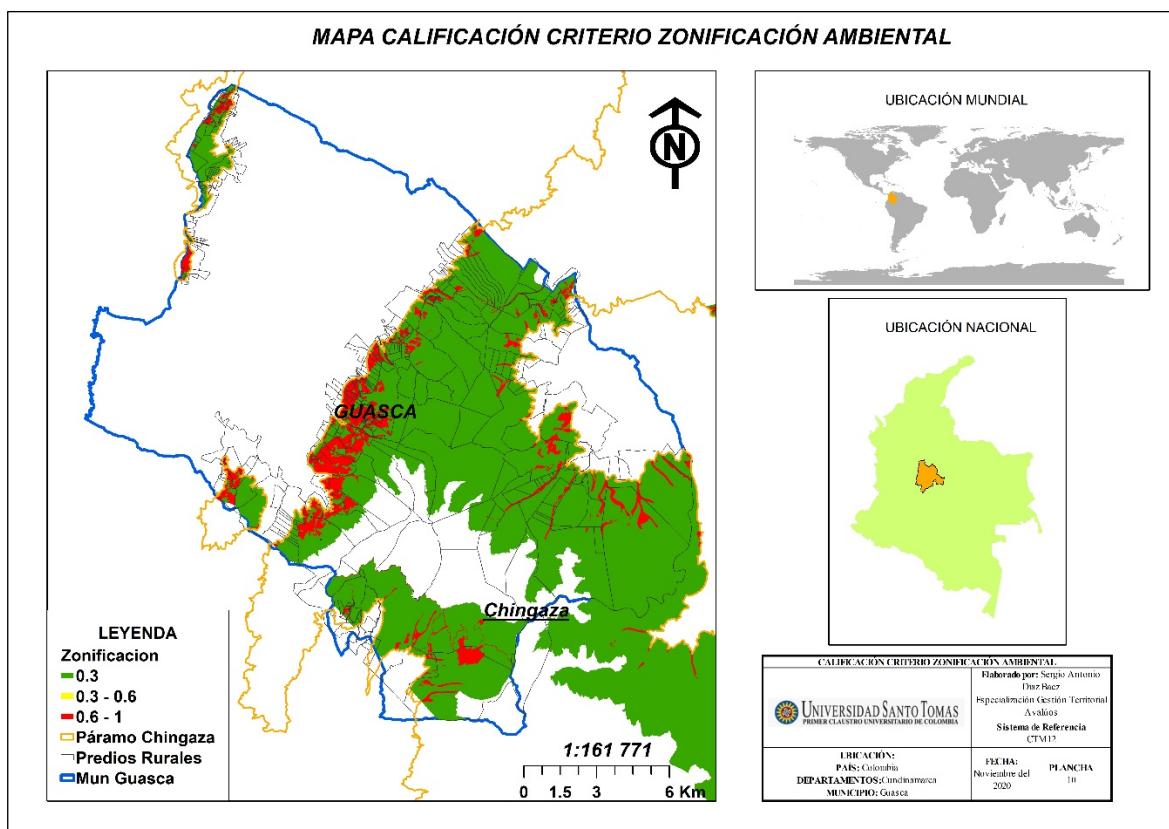
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 3. Puntaje Criterio de Zonificación Ambiental**

| Categorías                                        | Calificación |
|---------------------------------------------------|--------------|
| Áreas prioritarias para la restauración ecológica | 0.6          |
| Áreas prioritarias para su preservación           | 0.3          |
| Zona en tránsito a la reconversión y sustitución  | 1            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 11. Mapa Calificación Criterio Zonificación Ambiental**



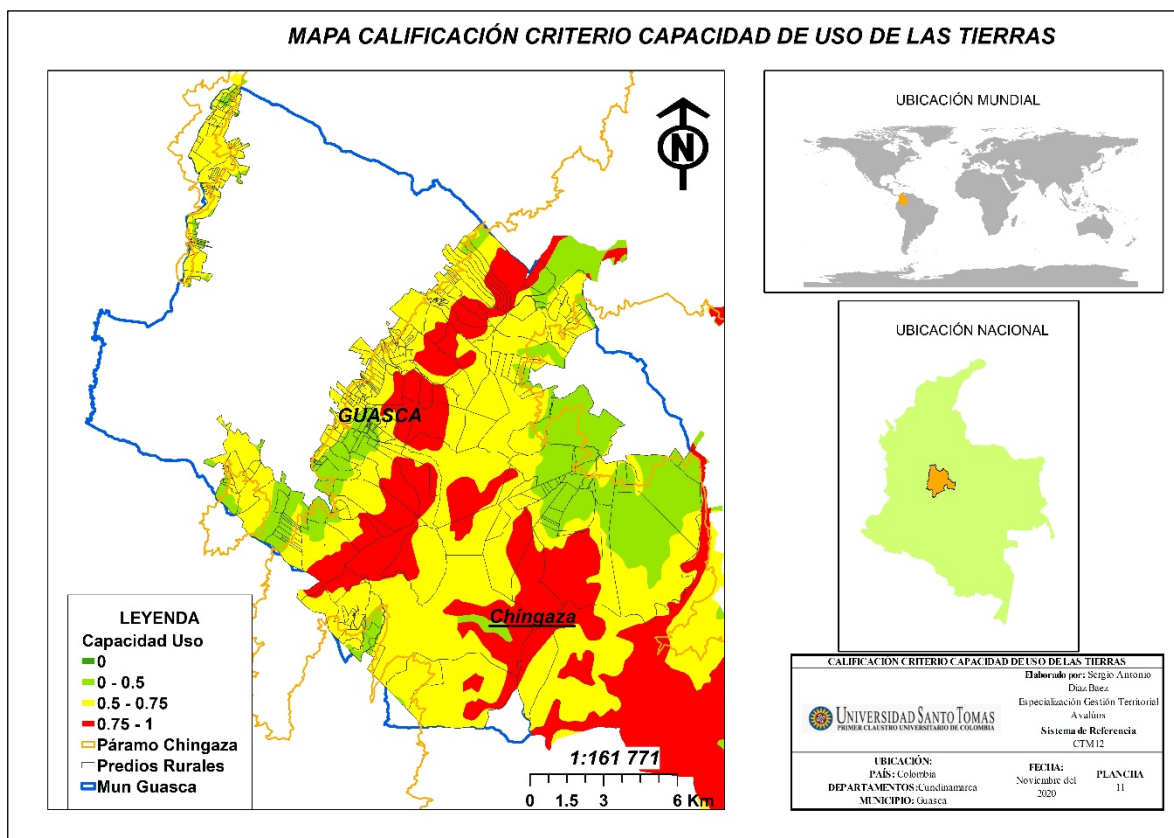
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4. Puntaje Criterio Capacidad de Uso de las Tierras**

| <b>Categorías</b> | <b>Calificación</b> |
|-------------------|---------------------|
| Clase 2           | 1                   |
| Clase 3           | 0.75                |
| Clase 4           | 0.5                 |
| Clase 6           | 0.5                 |
| Clase 7           | 0.75                |
| Clase 8           | 1                   |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 12. Mapa Calificación Criterio Capacidad de Uso de las Tierras**



Fuente: Elaboración propia

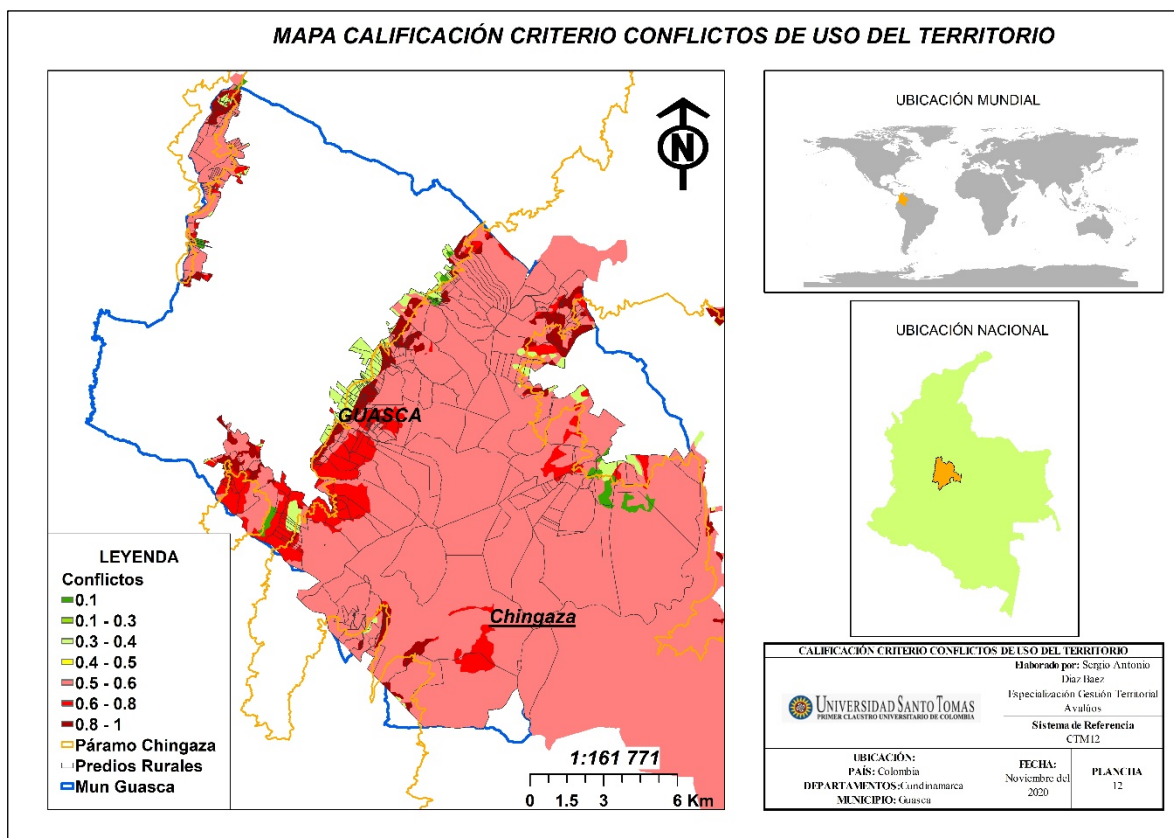
**Cuadro 5. Puntaje Criterio Conflictos de Uso del Territorio**

| Categorías                                                    | Calificación |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| Subutilización severa (U3)                                    | 0.1          |
| Demanda no disponible en áreas para producción nubes (PRD_ND) | 0.3          |
| Subutilización moderada (U2)                                  | 0.3          |

| <b>Categorías</b>                                              | <b>Calificación</b> |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| Subutilización ligera (U1)                                     | 0.4                 |
| Usos adecuados o sin conflicto (A)                             | 0.5                 |
| Demanda no disponible en áreas a proteger (nubes) (AAP_ND)     | 0.6                 |
| Conflictos en áreas de cuerpos de agua (CA)                    | 0.6                 |
| Conflictos en áreas pantanosas con cultivos transitorios (Cpa) | 0.6                 |
| Conflictos en áreas pantanosas con cultivos permanentes (CPb)  | 0.6                 |
| Conflictos en áreas pantanosas con pastos (CPc)                | 0.6                 |
| Usos inadecuados en zonas quemadas (UI)                        | 0.8                 |
| Sobreutilización moderada (O2)                                 | 0.8                 |
| Sobreutilización severa (O3)                                   | 1                   |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 13. Mapa Calificación Criterio Conflictos de Uso del Territorio**



Fuente: Elaboración propia

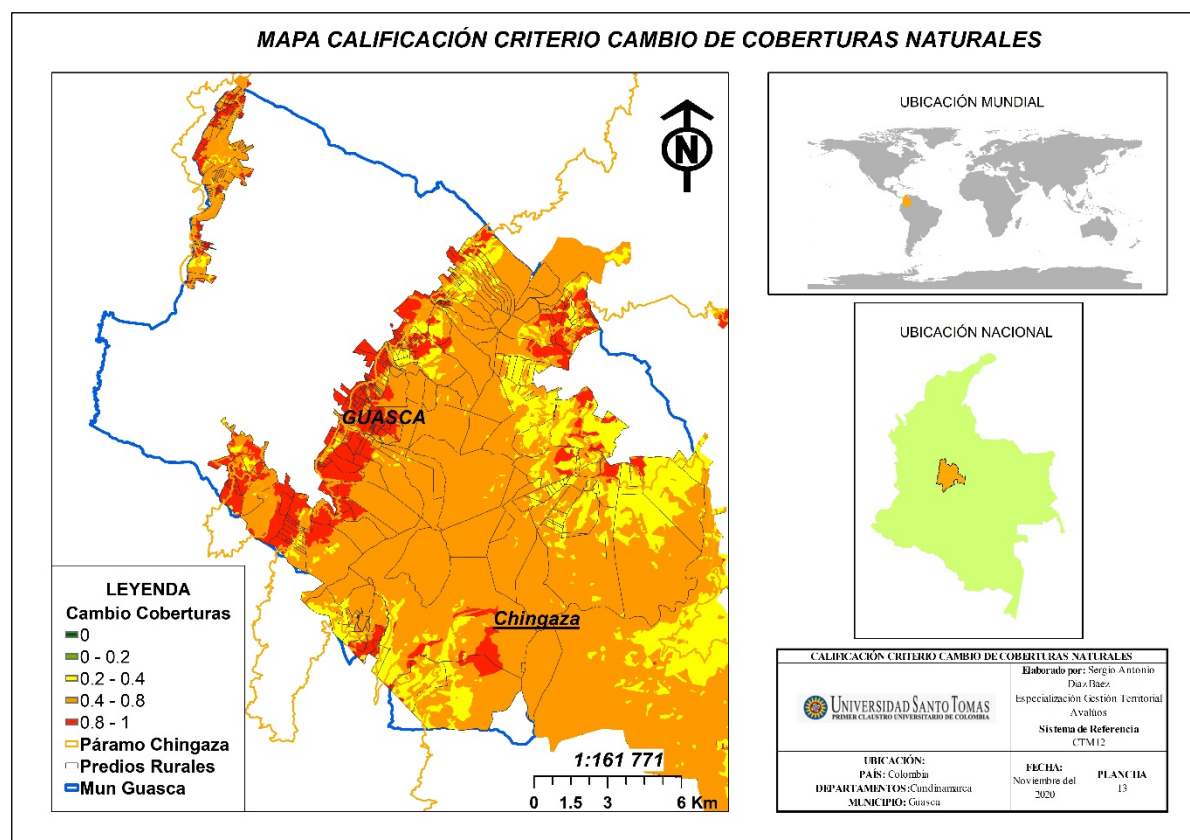
**Cuadro 6. Puntaje Criterio Cambio de Coberturas Naturales**

| Categorías      | Calificación |
|-----------------|--------------|
| Sin Información | 0            |
| Bosque Estable  | 0,2          |
| Regeneración    | 0,6          |

| Categorías                                | Calificación |
|-------------------------------------------|--------------|
| No Bosque Estable (Coberturas antrópicas) | 0,8          |
| No Bosque Estable (Coberturas naturales)  | 0,4          |
| Deforestación                             | 1            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 14. Mapa Calificación Criterio Cambio de Coberturas Naturales**



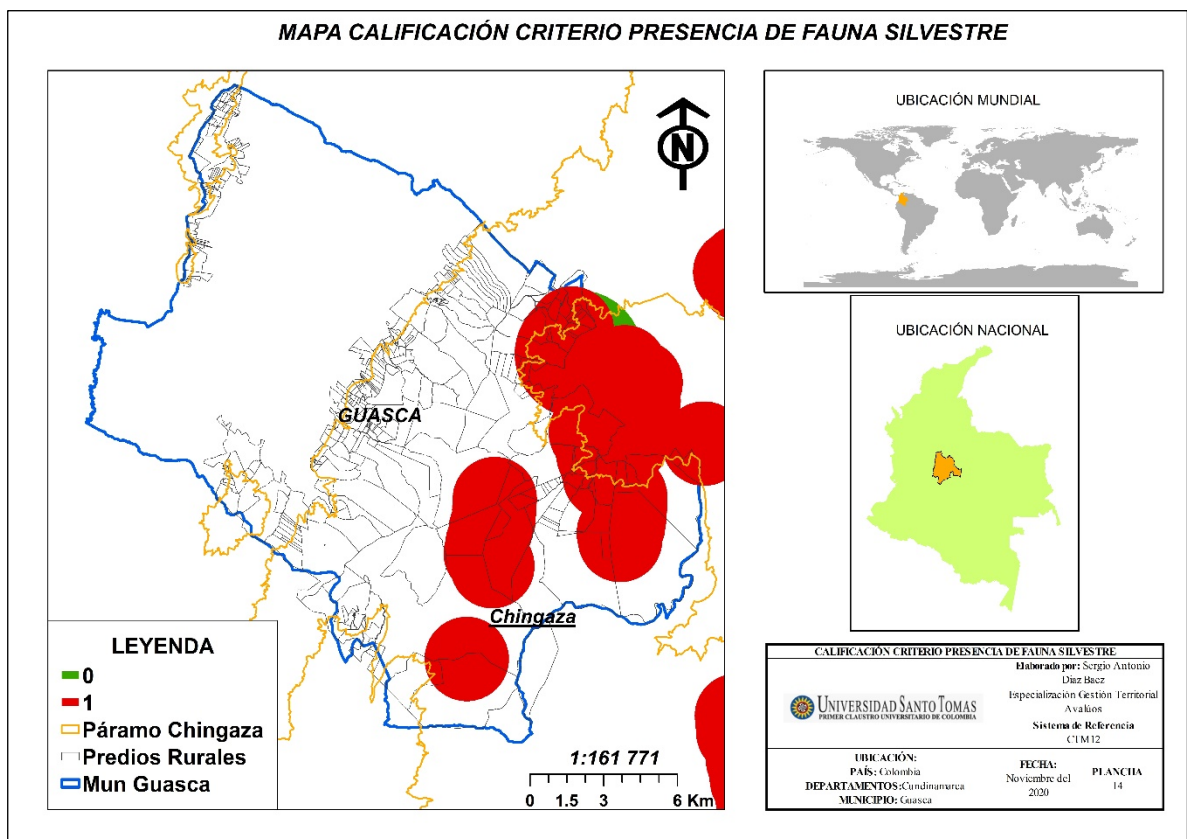
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 7. Puntaje Criterio Presencia de Fauna Silvestre**

| Categorías | Calificación |
|------------|--------------|
| Reporta    | 1            |
| No Reporta | 0            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 15. Mapa Calificación Criterio Presencia de Fauna Silvestre**

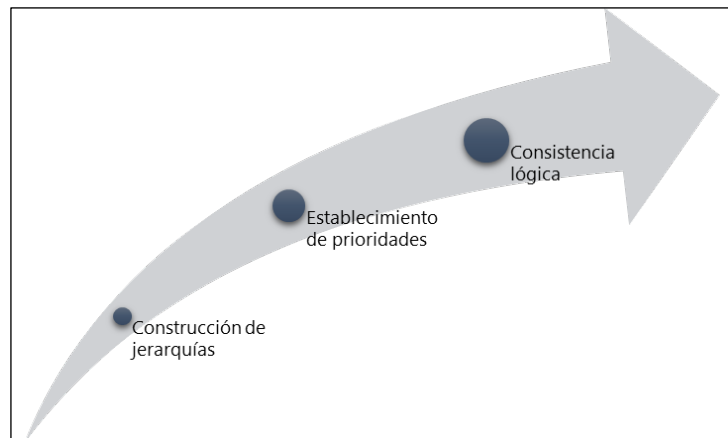


Fuente: Elaboración propia

## 5.4 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

El proceso analítico jerárquico posee tres principios rectores: construcción de Jerarquías, establecimiento de prioridades y consistencia lógica. A continuación, se expondrán cada uno de los principios y como se desarrollaron en el presente estudio de caso. Ver Figura 16

**Figura 16. Principios Rectores del Método AHP**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.1 Construcción de jerarquías

Las jerarquías que trata el método AHP son aquellas que conducen un sistema hacia un objetivo deseado como la solución de conflictos.

El sistema jerárquico está compuesto por:

- Objetivo o foco
- Criterios
- Subcriterios

- Alternativas

Para el caso puntual del presente ejercicio el foco hace referencia al objetivo general Exponer la utilidad del Modelo Multicriterio (AHP) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) como Herramientas de Gestión Territorial para la Priorización Predial en Procesos de Reconversión Productiva en el Páramo de Chingaza.

Los criterios son los expuestos en el numeral 5.2 y hacen referencia a vulnerabilidad, zonificación ambiental del páramo de Chingaza, capacidad de uso de las tierras, conflictos de uso del territorio colombiano, Cambio de las coberturas naturales, presencia de fauna silvestre.

Subcriterios hace referencia a los campos de información que contiene la cartografía temática representativa de cada Criterio.

Las alternativas las posibles clasificaciones de priorización en los intervalos muy alta, alta, media, baja, muy baja.

#### **5.4.2 Establecimiento de prioridades**

El cálculo de la prioridad se realiza en función de comparaciones a pares con respecto a un criterio dado. Para comparar los elementos se forma una matriz y se pregunta: ¿Cuánto supera este elemento (o actividad) al elemento con el cual se está comparando- en la medida en que posee la propiedad, contribuye a ella, la domina, influye sobre ella, la satisface, o la beneficia? (CEPAL 2008).

El segundo principio que destaca del método AHP es el establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía. Se propone una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen entre sus componentes. Los seres humanos perciben relaciones entre los elementos que describen una situación, pueden realizar comparaciones a pares entre ellos con respecto un cierto criterio y de esta manera expresar la preferencia de uno sobre otro. La síntesis del conjunto de estos juicios arroja la escala de intensidades de preferencias (prioridad) entre el total de elementos comparados. De esta forma, es posible integrar el pensamiento lógico con los sentimientos, la intuición (que es reflejo de la experiencia), etc. Los juicios que son ingresados en las comparaciones a pares responden a estos factores. Ver Figura 17.

**Figura 17. Escala de Saaty para Establecimiento de prioridades**

| <b>Intensidad</b>                   | <b>Definición</b>                        | <b>Explicación</b>                                                                              |
|-------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                            | De igual importancia                     | 2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo                                            |
| <b>3</b>                            | Moderada importancia                     | La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra                    |
| <b>5</b>                            | Importancia fuerte                       | La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra                    |
| <b>7</b>                            | Muy fuerte o demostrada                  | Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica  |
| <b>9</b>                            | Extrema                                  | La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara           |
| <b>2,4,6,8</b><br><b>Recíprocos</b> | Valores intermedios<br>$a_{ij}=1/a_{ji}$ | Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes<br>Hipótesis del método |

Fuente: Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos CEPAL 2008

### 5.4.3 Consistencia Lógica

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) mide la inconsistencia global de los juicios mediante la proporción de consistencia, que es el resultado de la relación entre el índice de consistencia (IC) y el índice aleatorio (IA). El IC es una medida de la desviación de la matriz de comparaciones a pares y el índice Aleatorio es el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, para una matriz del mismo tamaño que el del caso que se estudia.

El valor de la relación de consistencia debe estar cerca del 10%, para que sea evidencia de un juicio informado. Esto dependerá del tamaño de la matriz de comparación a pares.

**Figura 18. Escala de Saaty para Establecimiento de prioridades**

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.51 | 1.53 | 1.56 | 1.57 | 1.59 |

Fuente: Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos CEPAL 2008, modificado por ECOCIALT, 2019

Expuestos los principios rectores del Proceso Analítico Jerárquico se observa a continuación los resultados obtenidos de la matriz de priorización y la prueba de consistencia lógica. Ver Cuadro 8, Cuadro 9.

**Cuadro 8. Matriz de priorización**

|                                            | <b>Vulnerabilidad</b> | <b>Zonificación Ambiental</b> | <b>Capacidad de uso de las tierras</b> | <b>Conflictos de uso del territorio</b> | <b>Cambios de las coberturas</b> | <b>Vulnerabilidad</b> | <b>Zonificación Ambiental</b> | <b>Peso (w)</b> |
|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>Vulnerabilidad</b>                      | 1.00                  | 0.20                          | 5.00                                   | 0.33                                    | 0.33                             | 3.00                  | 0.0974                        | 0.0974          |
| <b>Zonificación Ambiental</b>              | 5.00                  | 1.00                          | 7.00                                   | 5.00                                    | 3.00                             | 7.00                  | 0.4513                        | 0.4513          |
| <b>Capacidad de uso de las tierras</b>     | 0.20                  | 0.14                          | 1.00                                   | 0.20                                    | 0.33                             | 0.20                  | 0.0336                        | 0.0336          |
| <b>Conflictos de uso del territorio</b>    | 3.00                  | 0.20                          | 5.00                                   | 1.00                                    | 1.00                             | 5.00                  | 0.1798                        | 0.1798          |
| <b>Cambios de las coberturas naturales</b> | 3.00                  | 0.33                          | 3.00                                   | 1.00                                    | 1.00                             | 5.00                  | 0.1788                        | 0.1788          |
| <b>Presencia de fauna</b>                  | 0.33                  | 0.14                          | 5.00                                   | 0.20                                    | 0.20                             | 1.00                  | 0.0591                        | 0.0591          |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9. Prueba de consistencia lógica**

| Índice                    | Valor |
|---------------------------|-------|
| Máximo valor de la matriz | 6.697 |
| Índice de consistencia    | 0.139 |
| Relación de consistencia  | 0.11  |

Fuente: Elaboración propia.

## **5.5 INTEGRACIÓN ANÁLISIS MULTICRITERIO Y GIS**

Culminadas las tareas de selección de los criterios de priorización, asignación de puntaje a las categorías que hacen parte de los atributos de las capas temáticas, rasterización y desarrollado el proceso analítico jerárquico, se continúa con la integración de los resultados obtenidos del análisis multicriterio, en plataforma especializada ArcGIS 10.5.

Para la integración en un ambiente GIS, se surtió los siguientes pasos, utilizando la estadística zonal como tabla, se transfirieron los datos de los archivos ráster resultado de la espacialización de los criterios de priorización (ver numeral 5.3) a la capa vectorial de los 406 predios rurales objeto del presenta análisis; el proceso en mención permitió asociar a la capa tipo polígono los valores estadísticos de pixel de las capas ráster de criterios de priorización para obtener la estadística zonal por cada uno de los predios analizados. Ver Figura 19.

**Figura 19. Fragmento resultado estadística zonal criterio zonificación ambiental**

| Table        |      |           |       |         |     |     |       |          |          |         |  |
|--------------|------|-----------|-------|---------|-----|-----|-------|----------|----------|---------|--|
| zonificación |      |           |       |         |     |     |       |          |          |         |  |
| Rowid        | ID * | ZONE-CODE | COUNT | AREA    | MIN | MAX | RANGE | MEAN     | STD      | SUM     |  |
| 114          | A115 | 115       | 6978  | 697800  | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.308226 | 0.075435 | 2150.8  |  |
| 115          | A116 | 116       | 49685 | 4968500 | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.321773 | 0.077832 | 15987.3 |  |
| 116          | A117 | 117       | 640   | 64000   | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.923906 | 0.211336 | 591.3   |  |
| 117          | A118 | 118       | 59    | 5900    | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 59      |  |
| 118          | A119 | 119       | 17    | 1700    | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 17      |  |
| 119          | A120 | 120       | 8666  | 866600  | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.359543 | 0.121664 | 3115.8  |  |
| 120          | A121 | 121       | 8221  | 822100  | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.820375 | 0.300993 | 6744.3  |  |
| 121          | A122 | 122       | 58    | 5800    | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 58      |  |
| 122          | A123 | 123       | 56    | 5600    | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.944643 | 0.151091 | 52.9    |  |
| 123          | A124 | 124       | 1013  | 101300  | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.327542 | 0.086626 | 331.8   |  |
| 124          | A125 | 125       | 130   | 13000   | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.707692 | 0.330178 | 92      |  |
| 125          | A126 | 126       | 524   | 52400   | 0.3 | 0.3 | 0     | 0.3      | 0        | 157.2   |  |
| 126          | A127 | 127       | 192   | 19200   | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.893229 | 0.237623 | 171.5   |  |
| 127          | A128 | 128       | 272   | 27200   | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.979412 | 0.11827  | 266.4   |  |
| 128          | A129 | 129       | 11    | 1100    | 0.3 | 0.3 | 0     | 0.3      | 0        | 3.3     |  |
| 129          | A130 | 130       | 31    | 3100    | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 31      |  |
| 130          | A131 | 131       | 590   | 59000   | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.760339 | 0.332153 | 448.6   |  |
| 131          | A132 | 132       | 16817 | 1681700 | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.300624 | 0.013672 | 5055.6  |  |
| 132          | A133 | 133       | 71    | 7100    | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 71      |  |
| 133          | A134 | 134       | 160   | 16000   | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 160     |  |
| 134          | A135 | 135       | 270   | 27000   | 0.3 | 0.3 | 0     | 0.3      | 0        | 81      |  |
| 135          | A136 | 136       | 350   | 35000   | 1   | 1   | 0     | 1        | 0        | 350     |  |
| 136          | A137 | 137       | 10999 | 1099900 | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.320047 | 0.116753 | 3520.2  |  |
| 137          | A138 | 138       | 18853 | 1885300 | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.300509 | 0.012349 | 5665.5  |  |
| 138          | A139 | 139       | 3719  | 371900  | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.326378 | 0.084957 | 1213.8  |  |
| 139          | A140 | 140       | 473   | 47300   | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.430655 | 0.148747 | 203.7   |  |
| 140          | A141 | 141       | 353   | 35300   | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.346742 | 0.108802 | 122.4   |  |
| 141          | A142 | 142       | 23    | 2300    | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.534783 | 0.123741 | 12.3    |  |
| 142          | A143 | 143       | 1200  | 120000  | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.302917 | 0.045091 | 363.5   |  |
| 143          | A144 | 144       | 4346  | 434600  | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.749379 | 0.335595 | 3256.8  |  |
| 144          | A145 | 145       | 16661 | 1666100 | 0.3 | 1   | 0.7   | 0.445261 | 0.275383 | 7418.5  |  |
| 145          | A146 | 146       | 1147  | 114700  | 0.3 | 0.6 | 0.3   | 0.363557 | 0.122587 | 417     |  |

Fuente: Elaboración propia.

El valor que se transfiere del resultado de la estadística zonal a la capa vectorial de predios es MAX, mediante una operación de Join que permite unir dos tablas por

medio de un identificador común ID, facilitando de este modo la representación espacial de datos que provienen de fuentes externas. Ver Figura 20

**Figura 20. Fragmento resultado Join tabla estadística zonal y shape predios**

| Table                      |      |            |            |      |           |     |       |
|----------------------------|------|------------|------------|------|-----------|-----|-------|
| Priorizacion_v4_20_02_2020 |      |            |            |      |           |     |       |
| ID                         | ID_1 | Vulnerabil | Zonificaci | CU   | Conflicto | CCN | Fauna |
| A115                       | A115 | 0.5        | 1          | 1    | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A116                       | A116 | 1          | 0.6        | 1    | 0.8       | 0.8 | 1     |
| A117                       | A117 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A118                       | A118 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A119                       | A119 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A120                       | A120 | 0.5        | 1          | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     |
| A121                       | A121 | 0.5        | 1          | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A122                       | A122 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A123                       | A123 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A124                       | A124 | 0.5        | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     |
| A125                       | A125 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A126                       | A126 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     |
| A127                       | A127 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A128                       | A128 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A129                       | A129 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.5       | 0.4 | 1     |
| A130                       | A130 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A131                       | A131 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A132                       | A132 | 0.5        | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     |
| A133                       | A133 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A134                       | A134 | 0.75       | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A135                       | A135 | 1          | 0.3        | 0.5  | 0.8       | 0.4 | 1     |
| A136                       | A136 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A137                       | A137 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A138                       | A138 | 1          | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     |
| A139                       | A139 | 1          | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.4 | 1     |
| A140                       | A140 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 1     |
| A141                       | A141 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.2 | 0     |
| A142                       | A142 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     |
| A143                       | A143 | 1          | 1          | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 1     |
| A144                       | A144 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     |
| A145                       | A145 | 0.5        | 1          | 1    | 0.8       | 0.8 | 0     |

Fuente: Elaboración propia.

Finalizado el proceso del Join y compilado en la tabla de atributos del shape de predios los valores máximos de las estadísticas zonales de los seis criterios de priorización, se procede a realizar en la tabla de atributos de la capa vectorial en mención, la operación de análisis espacial Suma Ponderada, que consiste en multiplicar los valores numéricos de los campos (Vulnerabilidad, zonificación ambiental, capacidad de uso, conflictos de usos, cambio de las coberturas naturales, presencia de fauna silvestre) por su peso (w) (ver cuadro 8) y sumar los

resultados. La herramienta en mención ofrece la posibilidad de ponderar, combinar varias entradas para crear un análisis integrado.

A continuación, se presenta la operación matemática aplicada usando la herramienta Field Calculator y los resultados de la suma ponderada en la tabla de atributos del shape de predios y la cartografía temática. Ver Figura 21

$$\begin{aligned}
 SUMA = & [Vulnerabilidad] * 0.097 + [Zonificacion] * 0.451 + [Capacidad de Uso] * 0.034 \\
 & + [Conflicto de uso] * 0.180 + [Cambio de Coberturas Naturales] * 0.179 \\
 & + [Presencia de Fauna Silvestre] * 0.059
 \end{aligned}$$

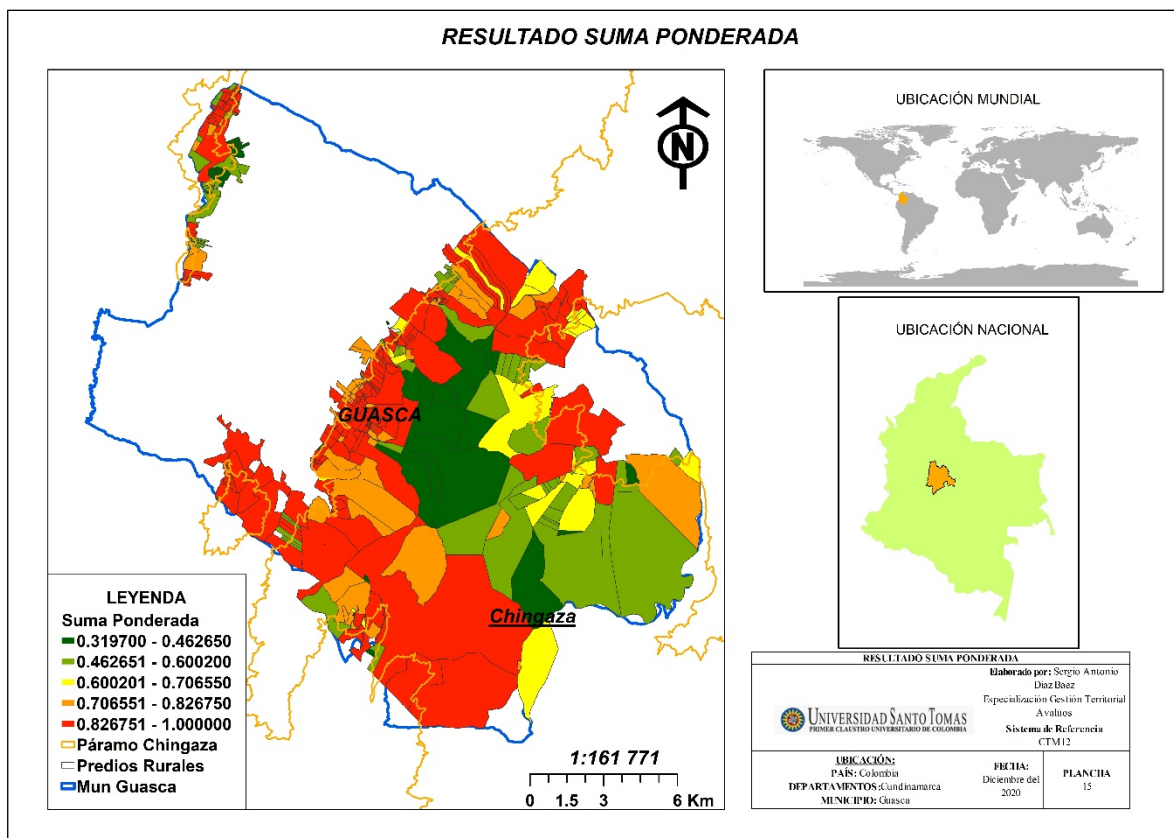
**Figura 21. Fragmento resultado suma ponderada en la tabla de atributos capa vectorial predial**

| Table                      |      |      |            |            |      |           |     |       |         |
|----------------------------|------|------|------------|------------|------|-----------|-----|-------|---------|
| Priorizacion_v4_20_02_2020 |      |      |            |            |      |           |     |       |         |
|                            | ID   | ID_1 | Vulnerabil | Zonificaci | CU   | Conflicto | CCN | Fauna | SUMA    |
|                            | A115 | A115 | 0.5        | 1          | 1    | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8207  |
|                            | A116 | A116 | 1          | 0.6        | 1    | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.7478  |
|                            | A117 | A117 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A118 | A118 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A119 | A119 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A120 | A120 | 0.5        | 1          | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.8712  |
|                            | A121 | A121 | 0.5        | 1          | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8122  |
|                            | A122 | A122 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A123 | A123 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A124 | A124 | 0.5        | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.6908  |
|                            | A125 | A125 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A126 | A126 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.5555  |
|                            | A127 | A127 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A128 | A128 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A129 | A129 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.4299  |
|                            | A130 | A130 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A131 | A131 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  |
|                            | A132 | A132 | 0.5        | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.5737  |
|                            | A133 | A133 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A134 | A134 | 0.75       | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.87245 |
|                            | A135 | A135 | 1          | 0.3        | 0.5  | 0.8       | 0.4 | 1     | 0.5239  |
|                            | A136 | A136 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A137 | A137 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A138 | A138 | 1          | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.6222  |
|                            | A139 | A139 | 1          | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.4 | 1     | 0.6677  |
|                            | A140 | A140 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.7308  |
|                            | A141 | A141 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.2 | 0     | 0.5644  |
|                            | A142 | A142 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.6718  |
|                            | A143 | A143 | 1          | 1          | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.7856  |
|                            | A144 | A144 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  |
|                            | A145 | A145 | 0.5        | 1          | 1    | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8207  |

Fuente: Elaboración propia.

Para la representación cartográfica del resultado de la suma ponderada se hizo uso del método de clasificación de datos natural breaks o Jenks (cortes naturales); el método jenks se utiliza para generar intervalos dentro de series numéricas y está basado en las agrupaciones naturales inherentes a los datos, este tipo de categorización se caracteriza por que agrupa mejor los valores similares y maximiza la diferencia entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos dónde hay diferencias considerables entre los valores de los datos. Ver Figura 22

**Figura 22. Mapa Resultado cartográfico suma ponderada**



Fuente: Elaboración propia.

Culminada la integración del análisis multicriterio a los Sistemas de Información Geográfica (GIS), reflejada en los resultados y la clasificación de los valores de la suma ponderada mediante Natural Breakes (Jenks), que permitió identificar los saltos de clase que mejor agrupan valores similares; se lleva a cabo una reclasificación de los valores cuantitativos a valores cualitativos. Ver Figura 23.

**Figura 23. Fragmento tabla de atributos asignación de valores cualitativa a la suma ponderada**

| Table                      |      |      |            |            |      |           |     |       |         |            |
|----------------------------|------|------|------------|------------|------|-----------|-----|-------|---------|------------|
| Priorizacion_v4_20_02_2020 |      |      |            |            |      |           |     |       |         |            |
|                            | ID   | ID_1 | Vulnerabil | Zonificaci | CU   | Conflicto | CCN | Fauna | SUMA    | CLASIFICAC |
|                            | A124 | A124 | 0.5        | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.6908  | Media      |
|                            | A125 | A125 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  | Muy Alta   |
|                            | A126 | A126 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.5555  | Baja       |
|                            | A127 | A127 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  | Muy Alta   |
|                            | A128 | A128 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  | Muy Alta   |
|                            | A129 | A129 | 0.5        | 0.3        | 0.75 | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.4299  | Muy Baja   |
|                            | A130 | A130 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  | Muy Alta   |
|                            | A131 | A131 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  | Muy Alta   |
|                            | A132 | A132 | 0.5        | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.5737  | Baja       |
|                            | A133 | A133 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  | Muy Alta   |
|                            | A134 | A134 | 0.75       | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.87245 | Muy Alta   |
|                            | A135 | A135 | 1          | 0.3        | 0.5  | 0.8       | 0.4 | 1     | 0.5239  | Baja       |
|                            | A136 | A136 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  | Muy Alta   |
|                            | A137 | A137 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  | Muy Alta   |
|                            | A138 | A138 | 1          | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.6222  | Media      |
|                            | A139 | A139 | 1          | 0.6        | 0.75 | 0.8       | 0.4 | 1     | 0.6677  | Media      |
|                            | A140 | A140 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 1     | 0.7308  | Alta       |
|                            | A141 | A141 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.2 | 0     | 0.5644  | Baja       |
|                            | A142 | A142 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.6718  | Media      |
|                            | A143 | A143 | 1          | 1          | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.7856  | Alta       |
|                            | A144 | A144 | 1          | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8967  | Muy Alta   |
|                            | A145 | A145 | 0.5        | 1          | 1    | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8207  | Alta       |
|                            | A146 | A146 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.8       | 0.4 | 0     | 0.6002  | Media      |
|                            | A147 | A147 | 1          | 1          | 0.5  | 0.8       | 0.8 | 0     | 0.8522  | Muy Alta   |
|                            | A148 | A148 | 1          | 0.6        | 1    | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.6222  | Media      |
|                            | A149 | A149 | 0.5        | 0.6        | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.5567  | Baja       |
|                            | A150 | A150 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 0     | 0.5462  | Baja       |
|                            | A151 | A151 | 1          | 0.6        | 0.5  | 0.5       | 0.4 | 0     | 0.5462  | Baja       |
|                            | A152 | A152 | 0.5        | 0.6        | 0.75 | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.5652  | Baja       |
|                            | A153 | A153 | 1          | 0.6        | 0.75 | 0.5       | 0.4 | 1     | 0.6137  | Media      |
|                            | A154 | A154 | 0.5        | 1          | 0.75 | 1         | 0.8 | 0     | 0.8482  | Muy Alta   |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 23, los valores numéricos de la suma ponderada se les asigno una clasificación cualitativa que varía entre muy alta, alta, media, baja y muy baja; a medida que el valor cuantitativo se acerca a 1 su calificación puede llegar a ser alta o muy alta y cuando se aleja de 1 la calificación descende a baja o muy baja; los intervalos usados para asignar los valores cualitativos se relacionan con la división Natural Breakes (Jenks). Ver Cuadro 10.

**Cuadro 10. Relación clasificación cualitativa, intervalos Jenks**

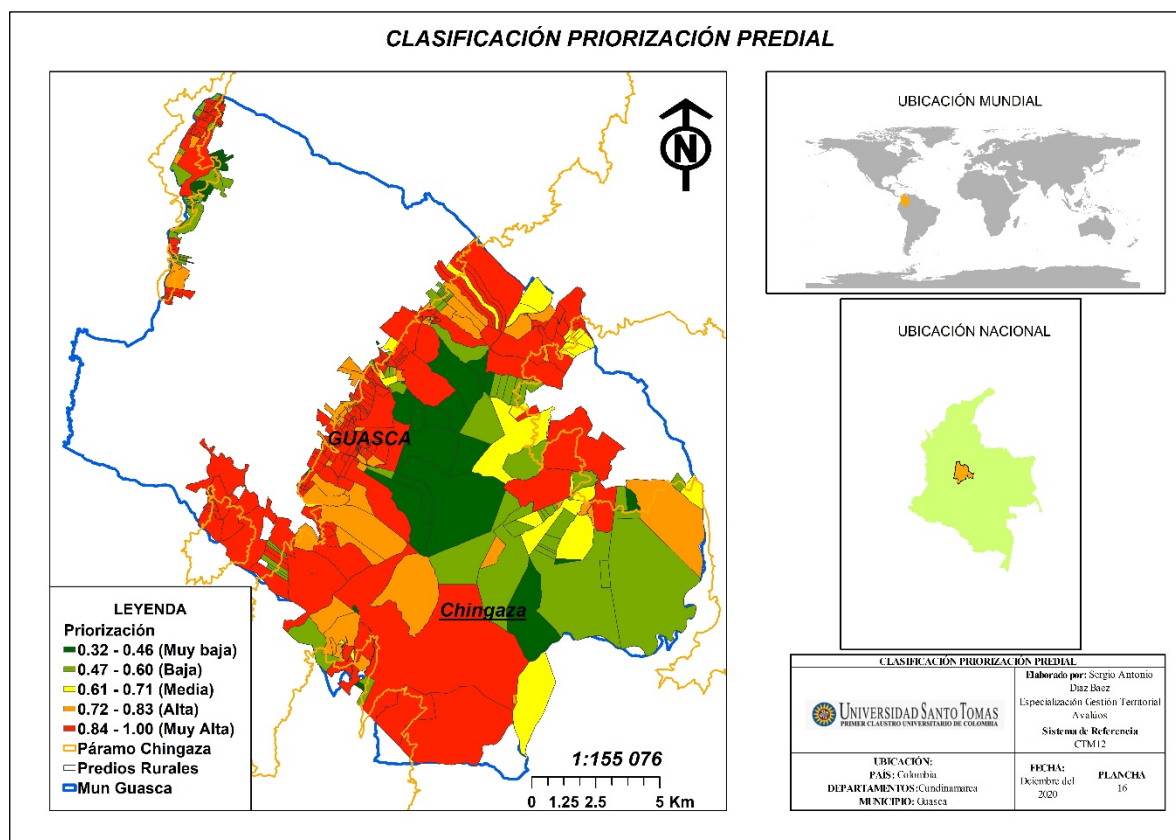
| <b>Clasificación Cualitativa</b> | <b>Intervalos de Calificación Natural Breaks (Jenks)</b> |               |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|
|                                  | <b>Mínimo</b>                                            | <b>Máximo</b> |
| Muy Alta                         | 0.84                                                     | 1             |
| Alta                             | 0.72                                                     | 0.83          |
| Media                            | 0.61                                                     | 0.71          |
| Baja                             | 0.47                                                     | 0.60          |
| Muy Baja                         | 0.32                                                     | 0.46          |

Fuente: Elaboración propia.

## 6. RESULTADOS

Como resultado del análisis multicriterio, la integración a los GIS mediante suma ponderada, la clasificación de esta usando natural break y la asignación de valores cualitativos, se obtiene como resultado el mapa de priorización predial. Ver Figura 24.

**Figura 24. Mapa de Priorización Predial**



Fuente: Elaboración propia.

El mapa de priorización predial es el resultado de la interacción de los criterios bióticos y socioeconómicos usando técnicas de multicriterio, GIS, que permitió establecer una clasificación de 5 rangos de los valores numéricos de los datos analizados, que indican que los valores más altos hacen referencia a los predios que tienen que ser priorizados para las tareas de reconversión productiva y los valores más bajos son aquellos predios en los cuales la estructura ecológica se ha

logrado mantener y las condiciones socioeconómicas de los propietarios no se ve afectada.

Los datos cuantitativos de la priorización muestran un rango entre 0.32 y 1, que se clasifican de forma cualitativa en intervalos 0.32–0.46 predios con prioridad muy baja, 0.47-0.60 predios con prioridad baja, 0.61-0.71 predios con prioridad media, 0.72-0.83 predios con prioridad alta y 0.84-1 predios con prioridad muy alta.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los 406 predios que fueron objeto del análisis multicriterio jerárquico y el procesamiento en plataforma GIS, se distribuyen según la clasificación de los intervalos de priorización: muy alta 182 predios, alta 79 predios, media 43 predios, baja 62 predios y muy baja 40 predios. Ver Cuadro 11.

**Cuadro 11. Clasificación de los predios según su priorización**

| <b>Clasificación</b> | <b>Numero de Predios</b> | <b>Porcentaje de Participación</b> |
|----------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Muy Alta             | 182                      | 45%                                |
| Alta                 | 79                       | 19%                                |
| Media                | 43                       | 11%                                |
| Baja                 | 62                       | 15%                                |
| Muy Baja             | 40                       | 10%                                |
| Total                | 406                      | 100%                               |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro 11 el 64% de los predios deben ser priorizados para la implementación de estrategias de reconversión productiva, el 11% de los predios a pesar de tener una clasificación media también deben ser priorizados, pero de una forma menos prioritaria que el caso anterior y por último el 25% de los predios

permiten flexibilizar los tiempos y las tareas de reconversión productiva que en ellos se vayan a desarrollar.

Como segundo resultado del análisis jerárquico y su integración a la plataforma GIS de ArcGIS 10.5, se encuentra la Database espacial con la información socioeconómica y biofísica de los predios evaluados que se utilizará como línea base para la toma de decisiones de reconversión productiva, en la GDB, se encuentran relacionadas:

#### Capas Shape

- Zonificacion\_Ambiental
- Vulnerabilidad\_Socio\_Economica
- Presencia\_Fauna
- Mapa\_Conflictos\_Uso\_territorio
- Capacidad\_Uso
- Cambio\_Coberturas\_Naturales
- Mapa\_Priorización

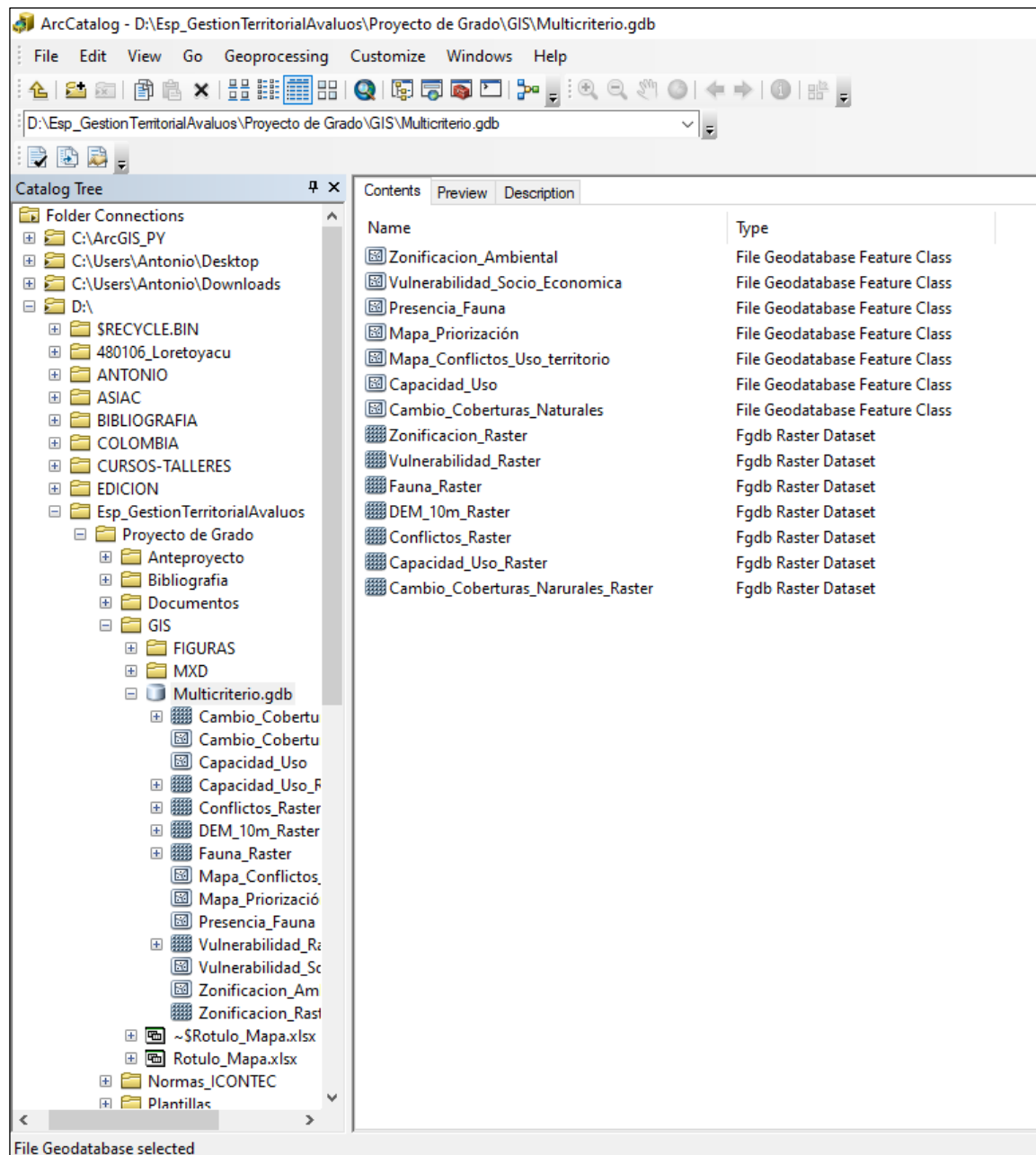
#### Capas Raster

- Zonificacion\_Raster
- Vulnerabilidad\_Raster
- Fauna\_Raster
- DEM\_10m\_Raster

- Conflictos\_Raster
- Capacidad\_Uso\_Raster
- Cambio\_Coberturas\_Naturales\_Raster

El manejo ordenado de la información espacial, en bases de datos, permite, registrar la trazabilidad de la información usada, mantener una estructura espacial de las capas temáticas, almacenar la línea base del análisis espacial, como los resultados finales, retroalimentación constante de datos nuevos, confrontación entre series de información y por último facilita la revisión, ajuste, actualización de procesos y resultados obtenidos a partir del análisis espacial. A continuación, se presenta la imagen de la GDB resultante del ejercicio desarrollado en este documento. Ver Figura 25.

**Figura 25. Database del Análisis multicriterio y su integración al GIS**



Fuente: Elaboración propia.

## 7. IMPACTOS

El Páramo como ecosistema es poseedor de riquezas naturales de fauna, flora y recursos hídrico siendo un oferente de servicios ambientales que sustenta la estructura ecológica de municipios y ciudades; pero la colonización de sus tierras y las actividades pecuarias que en ellas se realizan han puesto en riesgo la oferta de recursos naturales como: agua, suelo que soportan la flora y la fauna. Adicionalmente, también está en riesgo el bienestar de la comunidad que habita el Páramo.

La respuesta de las autoridades ambientales que tiene a cargo la protección de este ecosistema ha sido la de ejercer controles y monitoreo de las actividades que se desarrollan en el Páramo, pero que en muchas ocasiones no cumplen con los objetivos propuestos. Con el objetivo de contar con herramientas jurídicas que permitan tomar medidas estrictas sobre el cuidado y conservación del ecosistema de Páramo, el gobierno nacional legisló obteniendo como resultado la ley de Páramos 1930 de 2018 y las resoluciones para la zonificación y regímenes de usos y delimitación 886 y 710 respectivamente.

La nueva legislación de Páramos fue concebida para sancionar, pero también para aportar lineamientos y criterios para el uso sostenible del ecosistema permitiendo la participación activa de la comunidad que habita y realiza sus actividades en el Páramo en los procesos de zonificación, caracterización socioeconómica y reconversión productiva encaminados en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y en la recuperación y restauración ecológica del ecosistema. Todo esto bajo la dirección de las Corporaciones Autónomas Regionales.

En este punto el análisis multicriterio y los sistemas de información geográfica entran al escenario, como herramientas que facilitan la integración de la información, social, cultural, biofísica derivadas de los términos de la legislación y que permiten a las Corporaciones Autónomas generar un sistema de toma de decisiones encaminado a construir una estrategia de intervención gradual que obtenga como resultado una distribución de esfuerzos y recursos de forma eficiente y eficaz.

La aplicación del análisis multicriterio como se presenta en el documento impactó 406 predios, que ocupan un área de 18768.36 ha, que puede beneficiar un número de familias representativo y permita orientar en el área mencionada las estrategias de conservación preservación del ecosistema de Páramo junto con la reconversión productiva que busca mejorar las condiciones socioeconómicas de los habitantes paramunos; de esta forma, se refleja el impacto positivo que tienen los Sistemas de

Información Geográficos y el análisis multicriterio en la gestión del territorio, brindando herramientas para una planificación sostenible de los recurso naturales y asentamientos humanos.

La Corporación Autónoma Regional del Guavio CORPOGUAVIO, es otro actor que será impactado de forma positiva por los resultados del presente análisis multicriterio y su integración a los GIS, el mapa de priorización predial le permitirá contar con una herramienta para la toma de decisiones al momento de construir planes de gestión, designar recursos y priorizar zonas para la intervención en el Páramo de Chingaza. Adicionalmente, podrán impactar a las comunidades vulnerables y ver los resultados al corto, mediano, largo plazo y sus labores como autoridad ambiental.

## **8. RECOMENDACIONES**

El proceso analítico jerárquico (AHP), como técnica de evaluación multicriterio, tiene un gran espectro de aplicación en las áreas del conocimiento como los avalúos de inmuebles urbanos, rurales, recursos naturales suelos de protección, gestión del riesgo, cambio climático, entre otras; esto motiva a continuar desarrollando ejercicios de análisis multicriterio como el planteado en el presente documento.

Dentro de las técnicas de evaluación multicriterio el proceso analítico jerárquico (AHP), sobresale por las pruebas matemáticas de consistencia lógica, que permiten establecer si los juicios de valor con los cuales se calificó la matriz de priorización fueron sometidos a algún sesgo particular o son el resultado de un análisis multidisciplinario.

En lo que respecta a la calidad de los datos cartográficos que serán usados en el análisis multicriterio, se debe tener en cuenta: resolución temática grado de detalle que presenta la leyenda de los mapas, la temporalidad de las capas temáticas y por último que la información se encuentre avalada por instituciones como ministerios, institutos de investigación, universidades y entidades territoriales.

Al momento de realizar la evaluación multicriterio para establecer los criterios a ser evaluados y asignarles su calificación en la matriz de priorización, se debe tener en cuenta varios juicios técnicos de diversos expertos en los diferentes componentes que influyen en la solución del problema a resolver.

El numeroso espectro de las plataformas GIS amplía los métodos por medio de los cuales se puede integrar el análisis multicriterio a los sistemas de información geográfica y permite a las futuras investigaciones seleccionar la plataforma GIS que más se adapte a las problemáticas a resolver.

El uso del análisis multicriterio en el ambiente académico, permite reforzar la formación de los futuros gestores, planificadores y evaluadores de los territorios, brindando una herramienta de trabajo multidisciplinar que permita la integración de diferentes ramas del conocimiento que conduzca a un desarrollo territorial sostenible.

## **9. CONCLUSIONES**

Al integrar los sistemas de información geográfica (GIS) y el modelo multicriterio(AHP), se comprueba la utilidad de estas herramientas, en la gestión de los ecosistemas de Páramo, para la priorización de predios que deben ser sometidos a procesos de reconversión productiva.

Los GIS y el análisis multicriterio, se convierten en una herramienta de la gestión del territorio, que puede ser usada por diferentes entidades de tipo público como privado, para el caso específico de las corporaciones autónomas regionales, el ejercicio desarrollado en el presente documento arroja como resultado un mapa de priorización predial que cumplirá la función de carta navegadora para la toma de decisiones en la planificación del territorio, en especial el ecosistema de Páramo.

El impacto social que genera los GIS combinados con el modelo AHP, se ve reflejado en la priorización muy alta y alta de aquellos predios de las familias campesinas vulnerables y que presentan mayor grado de degradación de los recursos naturales, fauna, flora y a los cuales se deben direccionar con mayor urgencia las intervenciones que conduzcan a una reconversión productiva eficiente, que cumpla con el cuidado de los recursos naturales y la estabilidad socioeconómica de las familias paramunas.

El lograra analizar 406 predios que representan 18 768.36 hectáreas del Páramo de Chingaza, a partir de información como vulnerabilidad, zonificación ambiental, capacidad de usos de las tierras, conflictos de usos del territorio, cambio de las coberturas naturales, presencia de fauna, comprueba la capacidad de manejo de información que puede reunir el análisis multicriterio y los GIS, para la solución de problemas en la gestión del territorio como el manejo integral de los ecosistemas estratégicos (Páramo).

La cantidad de información que puede albergar un mapa como el obtenido en el presente documento, demuestra la importancia de la representación cartográfica de la realidad por medio de los GIS y como junto a la integración de análisis multicriterio, permite generar insumos para la toma de decisiones sobre los territorios de importancia ambiental del país.

El resultado de la evaluación de la metodología de jerarquías analíticas y su posterior integración a los GIS, arrojó resultados positivos como la obtención de una cartografía temática que se convierte en herramienta de planificación y a su vez

despeja el camino, para continuar con la aplicación del método mencionado en otras áreas como el ordenamiento territorial y los avalúos.

El manejo de la información cartográfica del análisis multicriterio en una base de datos espacial (gdb), permite seguir alimentando, ajustando y mejorando los resultados iniciales obtenidos, adicionalmente facilita rastrear la trazabilidad de la información empleada, los resultados de los diferentes análisis y la fuente de los datos.

El trabajo interdisciplinar durante los procesos multicriterio y de análisis espacial, son importantes porque permiten combinar diferentes ramas del conocimiento, logrando proyectar una visión integral de las posibles soluciones a los problemas planteados en Gestión y ordenamiento del territorio.

## BIBLIOGRAFÍA

GOMEZ DELGADO, Monserrat y BARREDO CANO, José Ignacio. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. 2ª edi. Alfaomega Grupo Editor. Madrid. 2005. 276 p. ISBN 84-7897-673-6

PACHECO, Juan Francisco y CONTRERAS, Eduardo. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. 1ª edi. Copyright Naciones Unidas. Santiago de Chile. 2008. 111p. ISBN 798-92-1-323231-6

HOFSTEDE, Robert. SEGARRA, Pool. MENA, Patricio. Los Páramos del Mundo, proyecto atlas mundial paramos. 1ª edi. Sara comunicación visual. Quito. 2003. 299p. ISBN 9978-43-505-0

Ministerio del Medio Ambiente. Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana [en línea]. 1ª edi. Imprenta nacional de Colombia. Bogotá. 2002. 71 p. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Paramos/5595\\_250510\\_\\_rest\\_alta\\_montana\\_paramo.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Paramos/5595_250510__rest_alta_montana_paramo.pdf)

SARRIA, Alonso. Sistemas de Información Geográfica Temario de la asignatura. [en línea]. Murcia España. 2013-2014. 203 p. Disponible en: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>

CONGRESO MUNDIAL DE PÁRAMOS. (1: 13-18, Mayo, 2002: Paipa, Colombia). Memorias Tomo I, Tomo II. Paipa. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Fundación Conservación Internacional Colombia. 2002. 1194 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Documento de lineamientos para la elaboración del plan de manejo ambiental y la zonificación y régimen de usos aplicable a páramos delimitados [en línea]. Bogotá. 2018. 73 p. Disponible en: [https://santurban.minambiente.gov.co/images/Pdf\\_santurban/antecedentes/Documentos-Lineamientos.pdf](https://santurban.minambiente.gov.co/images/Pdf_santurban/antecedentes/Documentos-Lineamientos.pdf)

CHAVES AGUDELO, Judy Marcela. Análisis multicriterio de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos agropecuarios presentes en la alta montaña del complejo páramo de guerrero [en línea]. Trabajo de grado Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Estudios Ambientales, 2011. 155 p. Disponible en: Repositorio Institucional UN. <http://bdigital.unal.edu.co/view/types/thesis.html>

RIASCO ARBELAEZ, Eliana Milena. El análisis multicriterio en la gestión de la biodiversidad [en línea]. Tesis Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, 2010. 119 p. Disponible en: Repositorio Institucional UN. <http://bdigital.unal.edu.co/view/types/thesis.html>

CRUZ CUELLAR, Héctor Fabio. Análisis Espacial Multicriterio para el estudio de la distribución y conectividad estructural de aves del Bosque Seco Tropical (BST) del Tolima [en línea]. Tesis Magister en Geomática. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, 2017. 136 p. Disponible en: Repositorio Institucional UN. <http://bdigital.unal.edu.co/view/types/thesis.html>

OSPINA BLANDÓN, María Janeth. Aplicación del Modelo Multicriterio Metodologías AHP Y GP para la Valoración Económica de los Activos Ambientales [en línea]. Trabajo de Investigación Magister en Administración. Manizales. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Administración, 2012. 95 p. Disponible en: Repositorio Institucional UN. <http://bdigital.unal.edu.co/view/types/thesis.html>.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1930 (27, Julio, 2018). Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia [en línea]. Bogotá DC. Diario Oficial No. 50.667. 14 p. Disponible en: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1930\\_2018.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1930_2018.html)

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 710 ( 6, Mayo, 2016). Por medio de la cual se delimita el Páramo de Chingaza y se adoptan otras determinaciones [en línea]. Bogotá DC. Diario Oficial No. 49.870. 16 p. Disponible en: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientes\\_0710\\_2016.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientes_0710_2016.htm).

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 886 (18, Mayo, 2018). Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución

y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones [en línea]. Bogotá DC. Diario Oficial No. 50.603. 22 p. Disponible en: [https://pisba.minambiente.gov.co/images/Normatividad/res\\_886\\_de\\_2018.pdf](https://pisba.minambiente.gov.co/images/Normatividad/res_886_de_2018.pdf)