



Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo
María Camila Ramírez Villa

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá, 2019-I

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo
María Camila Ramírez Villa

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Directora:
Diana Rocio Hernandez Rojas
Co- Directora
Laura Cabezas Pinzón

Área de Aplicación:
Gestión y productividad sustentable

Línea de Investigación:
Gestión para el desarrollo urbano y sostenible.

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia

Acta de sustentación



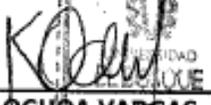
SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA No: 1058

El día **08 MAYO 2019**, en las instalaciones de la Universidad El Bosque, se desarrolló la sustentación del trabajo de grado titulado **DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO DEL PÁRAMO DE MURILLO, TOLIMA PARA LA CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA**, escrito por **JUAN SEBASTIAN GÓMEZ ACEVEDO, CÉDULA 1098777021** y **MARÍA CAMILA RAMÍREZ VILLA, CÉDULA 1110563496**, bajo la dirección de **DIANA ROCÍO HERNÁNDEZ ROJAS, CÉDULA 1057585485**, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental. El trabajo fue evaluado por los jurados **CLAUDIA PATRICIA GOMEZ RENDON CÉDULA 51.768.432** y **JUAN MAURICIO GARCIA DELGADILLO CÉDULA 80090541**, quienes deliberaron y concluyeron que cumple con los criterios de calidad.

Por lo tanto, el trabajo es: **Aprobado**.

En constancia, se firma en Bogotá, D.C. **08 MAYO 2019**


KENNETH OCHOA VARGAS
Director
Programa de Ingeniería Ambiental


GERMÁN AGUDELO ASCENCIO
Secretario Académico
Facultad de Ingeniería



Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

A nuestros padres.

Por habernos apoyado en todo momento,

Por la motivación constante,

Por los ejemplos de perseverancia,

Y sobre todo por todo su amor incondicional.

Agradecimientos

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que conforman el grupo de trabajo. De antemano, agradecemos enormemente a nuestra directora de investigación Diana Rocío Hernández Rojas, por su apoyo incondicional, motivación, comentarios y correcciones; quien además nos compartió sus conocimientos y nos guio en el transcurso de la elaboración este documento.

La elaboración del segundo objetivo fue posible gracias a la generosidad, consejos y acompañamiento de nuestra co – directora Laura Cabezas Pinzón, quien nos orientó y brindó las herramientas necesarias para su desarrollo.

Finalmente, a nuestros padres por ser el pilar fundamental de todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica como de la vida. Por su incondicional apoyo y sus palabras de aliento que nos ayudaron a terminar este gran proyecto de vida.

I. Tabla de contenido

1. Introducción.....	10
2. Planteamiento del problema	12
3. Justificación.....	13
4. Objetivos.....	13
4.1. <i>General.....</i>	13
4.2. <i>Específicos</i>	13
5. Marcos de referencia	14
5.1. <i>Antecedentes.....</i>	14
5.2. <i>Marco teórico.....</i>	17
5.3. <i>Marco conceptual</i>	19
5.4. <i>Marco normativo</i>	21
5.5. <i>Marco geográfico.....</i>	23
5.6. <i>Marco institucional</i>	27
6. Metodología.....	31
6.1. <i>Enfoque de la investigación</i>	31
6.2. <i>Alcance de la investigación.....</i>	31
6.3. <i>Etapas del proyecto:</i>	32
7. Aspectos Éticos.....	43
8. Resultados, Análisis y Discusión.....	43
8.1. <i>Objetivo específico uno.....</i>	43
8.2. <i>Objetivo específico dos</i>	48
8.3. <i>Objetivo específico tres</i>	51
9. Conclusiones	56
10. Recomendaciones.....	57
11. Bibliografía	58
12. Anexos	62

II. Listado de Tablas

Tabla 1. <i>Criterios para la delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras.</i>	16
Tabla 2. <i>Marco legal.</i>	21
Tabla 3. <i>Etapas metodológicas en el desarrollo del proyecto.</i>	32
Tabla 4. <i>Factores ambientales utilizados en la matriz de Leopold.</i>	33
Tabla 5. <i>Resumen parámetros de calificación de importancia.</i>	33
Tabla 6. <i>Rangos de Jerarquización de la importancia del efecto.</i>	35
Tabla 7. <i>Resumen de resultados de la matriz de chequeo - Leopold.</i>	44
Tabla 8. <i>Resumen de resultados de la Matriz causa - efecto Conesa.</i>	46
Tabla 9. <i>Estrategia ambiental para la agricultura en la zona de amortiguamiento del páramo.</i>	51
Tabla 10. <i>Estrategia ambiental para la ganadería en la zona de amortiguamiento del páramo.</i>	53

III. Listado de Figuras

Figura 1. <i>Área de estudio: Ubicación del municipio de Murillo en el departamento del Tolima</i>	24
Figura 2. <i>Veredas del municipio de Murillo en el departamento del Tolima, Colombia</i>	25
Figura 3. <i>Jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales en el complejo de Páramos Los Nevados</i>	26
Figura 4. <i>Área del complejo de Los Nevados correspondiente al municipio de Murillo</i>	27
Figura 5. <i>Estructura organizacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia</i>	28
Figura 6. <i>Estructura organizacional del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia</i>	29
Figura 7. <i>Estructura organizacional del Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.</i>	30
Figura 8. <i>Estructura organizacional de CORTOLIMA</i>	31
Figura 9. <i>Cobertura de la tierra 2000 – 2002 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	37
Figura 10. <i>Cobertura de la tierra 2005 – 2009 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	38
Figura 11. <i>Cobertura de la tierra 2010 – 2012 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	39
Figura 12. <i>Vocación de uso del suelo del municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	40
Figura 13. <i>Conflictos de uso del suelo del municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	40
Figura 14. <i>Frontera agrícola del municipio de Murillo, Tolima, Colombia.</i>	41
Figura 15. <i>Ejemplo de proceso de superposición con herramienta “Combinación”</i>	41
Figura 16. <i>Ejemplo de asignación de valores y procesamiento matemático en el proceso de superposición de rásteres mediante la herramienta “Combinación”</i>	42
Figura 17. <i>Metodología para la elaboración de fichas ambientales para la ZA del páramo de Murillo.</i>	43
Figura 18. <i>Propuesta de delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima, Colombia</i>	48

IV. Resumen

Las áreas naturales protegidas de Colombia tienen como finalidad alcanzar los objetivos específicos de conservación del país; por lo menos 16 unidades de conservación de las 50 establecidas en el país, tienen representatividad de ecosistemas de páramo y subpáramo. El cubrimiento de dichos ecosistemas bajo categorías de protección nacional alcanza aproximadamente el 39% (MADS, 2019). En este sentido las Zonas de Amortiguamiento (ZM) cumplen la función de prevenir la expansión de procesos de alteración de las actividades antrópicas hacia el interior de Áreas Protegidas (AP). Por esta razón el proyecto de investigación se enfoca en delimitar la zona de amortiguamiento para la conservación del ecosistema en el páramo de Murillo, Tolima. Inicialmente, se realizó un diagnóstico sobre la ocupación del área del páramo por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias, en donde se identificó la agricultura y ganadería como las principales fuentes de ingreso económico de la población. Posteriormente, se realizó un análisis multitemporal y multicriterio que permitió establecer los cambios de cobertura de la tierra entre el año 2005 al 2009, de ahí se estableció un área de 5052,5 ha de zona amortiguadora para el páramo de Murillo. Lo anterior, favoreció para la formulación de estrategias ambientales por cada sector económico identificado, las cuales pretenden la adopción de estilos de vida sostenibles por parte de la población en el área de influencia. Finalmente, los resultados muestran una notable expansión de la zona agrícola en Parque Nacional Natural Los Nevados, razón por la cual se evidencia la degradación en el ecosistema de alta montaña. Con fin de proteger y conservar el páramo es conveniente implementar una Zona Amortiguadora como herramienta e instrumento en procesos de ordenamiento ambiental.

Palabras claves: Páramo, Zona Amortiguadora y Frontera agrícola.

V. Abstract

Colombia's protected natural areas are intended to achieve the country's specific conservation objectives, at least 16 of the 50 conservation units established in the country are representative of paramo and sub-paramo ecosystems. The coverage of these ecosystems under national protection categories reaches approximately 39% (MADS, 2019). In this sense, the Buffer Zones, fulfill the function of preventing the expansion of alteration processes of the anthropic activities into the Protected Areas. For this reason, the research project focuses on delimiting the buffer zone for ecosystem conservation in the Murillo paramo, Tolima. Initially, a diagnosis was made of the occupation of the paramo area by anthropic activities from secondary sources, where agriculture and livestock were identified as the main sources of economic income for the population. Subsequently, a multi-temporal and multi-criteria analysis was carried out to establish the changes in land cover between 2005 and 2009, from there an area of 5052,4 ha of buffer zone was established for the Murillo paramo. This favored the formulation of environmental strategies for each identified economic sector, which seek the adoption of sustainable lifestyles by the population in the area of influence. Finally, the results show a remarkable expansion of the agricultural area in Los Nevados National Natural Park, which is why degradation in the high mountain ecosystem is evident. In order to protect and conserve the paramo, it is convenient to implement a buffer zone as a tool and instrument in environmental management processes.

keyword: Paramo, Buffer Zone and Agricultural Frontier.

1. Introducción

Los seres humanos en los últimos 50 años han transformado los ecosistemas de manera rápida y extensamente en relación con otros periodos en la historia humana; debido a la creciente demanda de alimento, agua dulce, combustibles fósiles, etc., ocasionando la degradación de los ecosistemas en general (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Teniendo en cuenta que el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible se podría ver afectados por la degradación de los servicios ecosistémicos durante la primera mitad del siglo XXI, resulta un desafío poder revertir dicha degradación sin dejar de lado la demanda necesaria de los servicios ambientales por parte de las comunidades actuales, y pensando en el bienestar de las generaciones futuras (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

De acuerdo a la necesidad de realizar acciones enfocadas en prevenir y mitigar dicha degradación, en el año 2001 se realizó la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), la cual tuvo como objetivo evaluar las consecuencias que puede traer consigo los cambios a los ecosistemas en la calidad de vida del ser humano. Dentro de las conclusiones de esta evaluación se resalta la identificación de opciones para restaurar, conservar o buscar un manejo sostenible de los ecosistemas en armonía con el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Como ejemplo de ecosistema se encuentran los páramos, que se caracteriza por su importancia para la captura y almacenamiento de agua, este se encuentra por encima de los bosques andinos ecuatoriales de Venezuela, Colombia, Ecuador, Panamá, Costa Rica y Perú (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2013).

Colombia cuenta con un área de 14.434 Km² de páramos, que corresponden al 1,3 % de su área continental y al 49% de los páramos del mundo (Garavito L., 2015). Dentro de los servicios ambientales de los páramos como ecosistema, se encuentra la regulación del recurso hídrico al considerarse nacedero de las principales vertientes hídricas que alimentan los ríos y cuerpos de agua del país abasteciendo de agua cerca del 70% de los municipios. No obstante, tienen un rol ecológico fundamental ya que poseen un alto nivel de endemismo, con aproximadamente 3.379 especies de plantas, 70 especies de mamíferos, 154 especies de aves y 90 especies de anfibios, además de ser el hábitat de especies particulares como el frailejón, especie vegetal que permite captar la precipitación horizontal (Greenpeace, 2013).

Según Avellaneda L., Torres E., & León T. (2013) las zonas de páramo del departamento del Tolima están siendo apropiadas por sus habitantes, los cuales desarrollan, principalmente, actividades agrícolas y ganaderas que, debido a la remoción de cobertura vegetal, el uso de agroquímicos y el pastoreo, generan pérdida de nutrientes y materia orgánica, compactación, erosión y eutrofización (CORTOLIMA, 2013) que repercuten en la degradación ecosistémica y la disminución del área del páramo.

El páramo de Murillo es un ecosistema estratégico que cumple funciones de soporte vital para el municipio a través de la prestación de bienes y servicios fundamentales (Márquez, 2003). Por ello, su

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

protección y conservación se convierte en elemento clave para el desarrollo socioambiental y eje articulador de las iniciativas de conservación regional (CORTOLIMA, 2013).

En consecuencia, surge la necesidad de establecer zonas con funciones amortiguadoras, con el objetivo de recibir y mitigar el impacto hacia el ecosistema de páramo, evitar la disminución de su área por la ocupación de actividades antrópicas y a su vez, extender la protección sobre procesos ecológicos, poblaciones biológicas y otros valores de conservación señalados en el plan de manejo del Área Protegida perteneciente al Sistema de Parque Nacionales Naturales (APN), que además aporten a la planificación del territorio y el ordenamiento ambiental (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2005). Por lo tanto, el objetivo de este proyecto de investigación es delimitar la zona de amortiguamiento para la conservación del ecosistema en el páramo Murillo, Tolima con el ánimo de documentar y generar un punto de partida para promover la toma de decisiones y la conservación de recursos naturales que brinda este ecosistema.

2. Planteamiento del problema

El complejo de páramos Los Nevados comprende un área de 146.027 Ha repartidas entre los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima; 86.258 Ha corresponden al departamento del Tolima, que representan aproximadamente el 21% de área total del complejo y de las cuales, 17.822 Ha corresponden al municipio de Murillo (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Según el Departamento Nacional de Planeación (2015) el Plan de Manejo Ambiental de los Páramos del Departamento del Tolima, presenta deficiencias en el ordenamiento ambiental debido a que las áreas de los páramos no se encuentran bien delimitadas o se encuentran en un proceso de delimitación más precisa, generando conflictos en el uso del suelo debido a la presencia de sistemas agrícolas y ganaderos, y a su vez, dificultando la planificación integral del territorio y su aprovechamiento sostenible. La superficie de páramo para el año 2008 en el municipio de Murillo es de 21875,80 Ha. (Ocampo Osorio, 2009) Por otro lado, el IGAC (2014) establece que el año 2014 el complejo de Parques Nacional Natural los Nevados (páramos los Nevados) presentó una extensión de 133.666 Ha del cual 17.898 Ha representa el páramo del municipio de Murillo, Tolima (Instituto Alexander von Humboldt, 2017). En conclusión, en un periodo de seis (6) años el ecosistema de páramo ha perdido una extensión de 3.977 Ha.

Un estudio técnico realizado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos y CORTOLIMA en el 2016, los páramos del departamento del Tolima se destruyen a una tasa superior al 1,25 % anualmente por talas, quemas, desecación de humedales, la expansión de la frontera agrícola, y la conversión de área de páramos en sistemas productivos agrícolas y ganaderos, que acaban con la capa vegetal y deterioran las condiciones del suelo y el agua del ecosistema (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, & Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2018).

Así mismo, el Plan de Manejo del Parque Natural Los Nevados 2017 - 2022, expone que no se han establecido las zonas de amortiguamiento, lo que implica un compromiso de reestructurar el Plan de Ordenamiento Territorial para llevar a cabo un debido control de las actividades antrópicas en las zonas circunvecinas para evitar alteraciones ecológicas. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2017).

De esta forma se evidencia una estrecha relación entre la disminución del área del páramo de Murillo y la falta de asistencia técnica por parte de los organismos de control hacia las comunidades, reflejada en el desconocimiento de los planes de ordenamiento del territorio, permiten que se dé la ocupación de la superficie del páramo por actividades antrópicas, lo que genera efectos como la pérdida de formaciones arbustivas, frailejonales, la capacidad del suelo de retener el agua (Greenpeace, 2013), la introducción de especies foráneas, el drenaje de las turberas, la contaminación hídrica y el desplazamiento de especies nativas (Novoa, 2017).

3. Justificación

Las zonas de ecosistema de páramo son de suma importancia debido a los servicios ecosistémicos que prestan como lo es la regulación del ciclo hídrico, almacenamiento y captura gas carbónico de la atmósfera, contribuye con la regulación del clima regional, entre otros beneficios. A pesar de su importancia se han visto afectados por las fuertes presiones que ejercen los diferentes sectores productivos (agricultura y ganadería) sobre ellos, como es el caso del páramo de Murillo, Tolima; que debido a los asentamientos humanos y actividades antrópicas se ha evidenciado cambios del uso del suelo de conservación a productivo ocasionando de tal manera la disminución de cobertura de este. De ahí la necesidad de definir los límites precisos de zonas de amortiguamiento, con el fin de evitar o mitigar el desarrollo de actividades productivas que puedan alterar las características ecosistémicas del páramo y garantizar su protección.

La delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo es un insumo necesario para los instrumentos de ordenamiento territorial del municipio (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2008), particularmente en su área rural, que busca garantizar la mitigación de los impactos negativos que generan las actividades antrópicas y que conllevan a la disminución progresiva del área del páramo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010), garantizando el desarrollo de los procesos ecológicos y, el aprovisionamiento y mantenimiento de los servicios ecosistémicos que brinda el ecosistema de páramo, además de aportar al cumplimiento de los objetivos de uso y aprovechamiento del territorio que establecen dichos instrumentos (CORTOLIMA & CORPOICA, 2009).

De igual forma, la delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo favorece socialmente el desarrollo de prácticas productivas de tradición cultural bajo estrategias de conservación y uso sostenible, favorecen el aprovechamiento productivo sostenible del territorio, estableciendo regímenes especiales de tenencia y uso, en particular, la constitución y regulación de zonas de reserva campesina y reservas sobre tierras baldías (Ospina & Rodríguez, 2011), contribuyendo simultáneamente a la formulación de estrategias de conservación del ecosistema de páramo. Es decir, que la definición de zonas con función amortiguadora en el páramo manifiesta una obligación necesaria para extender la protección sobre procesos ecológicos, poblaciones biológicas que se dan en el ecosistema, mitigar las tensiones que se generan como resultados de las actividades humanas, y prevenir los procesos de expansión que derivan en la disminución del área de páramo y en consecuencia, del área protegida (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2015).

4. Objetivos

4.1. General

Delimitar la zona de amortiguamiento para la conservación del ecosistema en el páramo Murillo, Tolima.

4.2. Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre la ocupación del área del páramo de Murillo, Tolima por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias.
2. Establecer la delimitación de la zona amortiguadora del páramo de Murillo mediante el uso de herramientas computacionales.
3. Proponer estrategias ambientales para el uso de la zona amortiguadora en el páramo de Murillo.

5. Marcos de referencia

5.1. Antecedentes

Los páramos son propios de las montañas neotropicales de Costa Rica, Panamá y los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y el norte del Perú, es decir, que los paisajes que se presentan en este ecosistema son bioclimáticos desarbolados y fríos, localizados a una altitud de 3200 y 3800 m.s.n.m. (Castañeda-Martín & Abel Efrén, 2017). Debido a esto, los páramos y ecosistemas con vegetaciones similares están ubicados en todo el cinturón tropical en los tres continentes que tienen territorio sobre la línea ecuatorial (Sur América, África y Oceanía) (Hofstede, Segarra, & Mena Vásconez, 2003).

Colombia se destaca a nivel mundial por poseer la mayor área del ecosistema de páramo (se han identificado 48), con una extensión aproximada de 1.925.410 hectáreas de las cuales 746,644 se encuentran en áreas de Parques Nacionales Naturales, la anterior corresponde al 2% del territorio nacional (Rivera Ospina & Rodríguez, 2011).

Los páramos del departamento del Tolima representan el 27.68 % de los páramos del país, ocupando una extensión de 315.605 Ha, superficie que representa el 13 % del área departamental, se encuentran localizados en las zonas altas, vertiente oriental de la cordillera Central, distribución longitudinal norte a sur, en territorios de los municipios de Herveo, Casabianca, Villahermosa, Murillo, Santa Isabel, Anzoátegui, Ibagué, Cajamarca, Roncesvalles, Rovira, San Antonio, Chaparral, Rioblanco y Planadas (CORTOLIMA, 2013) y pertenecen al Complejo de los Nevados a través del Contrato de Cooperación No. 422/08, firmado entre CORTOLIMA y CORPOICA, se elaboró la caracterización de los páramos del departamento a partir de los estudios biofísicos (clima, suelos, hidrología), de biodiversidad faunística y florística, socioeconómicos, evaluación y zonificación ambiental y se formuló el Plan de Manejo de los páramos y humedales de páramos, de acuerdo a los lineamientos entregados por el MAVDT, en las Resoluciones No. 0157 de 2003 y 0839 de 2003 (Humboldt, 2015). Como resultado, la Corporación Autónoma Regional del Tolima en el año 2009 elaboró el Estudio de Estado Actual y Plan de Manejo de los páramos del departamento, este plan de manejo fue adoptado mediante el Acuerdo No. 016 del 2009.

Por otro lado, parte de las regulaciones recientes sobre los ecosistemas de páramos han prestado deficiencias que se reflejan en una inadecuada planificación territorial ambiental y sectorial en las últimas dos décadas, como consecuencia se han otorgado títulos mineros y licencias ambientales en páramos para actividades como extracción de minería e hidrocarburos, permitiendo un avance desordenado de la frontera agrícola sobre la alta montaña. Sumado a lo anterior, en el año 2002 se inició un proceso de zonificación y ordenamiento el cual se caracterizó por realizarse de forma lenta y descoordinada; el deber del Estado en obtener información para la toma de decisiones se ha diluido en una serie de regulaciones legislativas y administrativas que han intentado responder de forma más bien reactiva y veloz a conflictos por el uso de suelo en los páramos, según Rubiano Galvis (2015) quien expone que el mal ordenamiento previo, la corrupción e inoperancia de algunas autoridades mineras y ambientales han dificultado el cumplimiento de los deberes. De manera que mediante el Quinto Congreso Mundial de Parques de la Unidad Internacional para La Conservación de la Naturaleza (UICN) realizado el 2003 en Durban (Sudáfrica), se reconoció que en el siglo XXI se incrementarán las presiones sobre las áreas protegidas como consecuencia de los cambios en los patrones de consumo, pobreza generalizada, construcción de infraestructuras inadecuadas y aumento de la población; situaciones que han sido consecuencia de conflictos socioeconómicos que recaen en una mayor

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

demanda por los servicios ecosistémicos, sobre la explotación de los recursos naturales y disminución de agua dulce, entre otros. Además, se recomendó la *“incorporación en todos los niveles de los objetivos de conservación la planeación y ordenamiento de áreas protegidas en los procesos de planificación del mar, el aprovechamiento de las tierras, planes regionales y sectoriales y la armonización con políticas y leyes sectoriales”* (Paredes-Leguizamón, 2014).

De acuerdo con lo anterior, el gobierno de Juan Manuel Santos propuso en su Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010 – 2014, la necesidad de *“definir la estructura ecológica principal de la nación, la delimitación de los páramos y humedales, el deslinde de los humedales y la zonificación y ordenación de reservas forestales nacionales, y la declaratoria de áreas protegidas correspondientes”* (Congreso de la República, 2011). Esta decisión se toma dada la importancia de conservar estos ecosistemas de alta montaña en la cordillera de los Andes, debido a los servicios ecosistémicos que suministra en beneficio de las poblaciones humanas, como lo son, almacenar carbono orgánico en el suelo y el abastecimiento y regulación del agua (Castañeda-Martín & Abel Efrén, 2017).

En consecuencia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt desde 1998 han producido numerosas investigaciones en Colombia que exploran el estado de la biodiversidad en áreas transformadas y los posibles efectos de la fragmentación de bosques sobre la estructura y composición de la biodiversidad nativa (Ríos López & Peña Contreras, 2017). Además, dicho Instituto junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible celebraron en el 2012 el simposio: *Páramos y alta montaña: gestión adaptativa de los ecosistemas para el bienestar de la sociedad colombiana*. Allí se discutieron entre otros, conceptos básicos sobre páramos, aspectos relacionados con los servicios ecosistémicos que ofrecen y la biodiversidad que albergan, además de los efectos del cambio climático y los criterios para su delimitación y conservación (Cortés Duque & Sarmiento Pinzón, 2013). Por ende, desde 1997 Parques Nacionales ha elaborado propuestas de decreto para lograr la reglamentación de zonas amortiguadoras, que han incluido la participación o retroalimentación por corporaciones autónomas regionales (CVC, CARDER, CRC, CORPONARIÑO, CORPOCALDAS, CRQ, CAM, CORTOLIMA), subsistemas de áreas protegidas, la Dirección de Bosques del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e INVEMAR, entre otros. La última versión de decreto se remitió a la oficina jurídica del Ministerio de Ambiente en el 2011 donde se evidencia la necesidad de una definición única en cuanto a categorías de zonificación ambiental, como un requisito básico para la armonización entre instrumentos ambientales y, por tanto, la concreción de la función de amortiguación. Para el 2011 el documento hace un inventario de procesos y estado de avance en la definición de zonas amortiguadoras de Parques Nacionales Naturales por departamento, en el cual se evidencia que para Andes Occidentales PNN los Nevados se construyó una propuesta de zona amortiguadora con las Cuatro Corporaciones

Camargo y Guerrero en el 2005 presentan una guía metodológica (Lineamientos técnicos para la declaratoria y gestión en zonas amortiguadoras) la cual contiene los acuerdos iniciales entre las entidades hasta la declaratoria formal y puesta en marcha de la gestión de la Zona Amortiguadora. En esta se plantea tres fases:

1. Estudio previo (aprestamiento, diagnóstico y definición de objetivos).
2. Determinación, refiriéndose a la delimitación y declaratoria de la zona amortiguadora.
3. Reglamentación (zonificación y reglamentación).

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Asimismo, en los lineamientos de Camargo y Guerrero (2005) se establecen tres grupos de objetivos para las zonas amortiguadoras:

- a) Aquellos que apuntan a una finalidad de amortiguación.
- b) Los que apuntan a la consolidación de Sistemas Regionales de Áreas Protegidas.
- c) Aquellos que aportan al desarrollo regional sostenible.

En el año 2006, Ospina M. expone una propuesta de *Lineamientos internos para Determinación y Reglamentación de las Zonas Amortiguadoras de las áreas del SPNN* y en el 2008 se publica el *Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras*. Estos documentos han sido de gran ayuda para establecer los criterios técnicos que se tienen en cuenta en los procesos de ordenamiento que aportan al logro de los objetivos de conservación de las áreas protegidas, desde la definición de zonas amortiguadoras o el manejo de las existentes en el caso de los PNN Old Providence y Gorgona.

Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNNC en el año 2014 realizó el “*Análisis de la factibilidad política, técnica y operativa para declarar zonas amortiguadoras o reglamentar la función amortiguadora del Sistema de Parques Nacionales Naturales*”, elaborado por Paredes, como un instrumento de gestión territorial que aporta a la resolución de conflictos y a la armonización entre instrumentos de planeación ambiental, de desarrollo y ordenamiento territorial hacia el logro del bienestar humano y la conservación del patrimonio natural. Para tal fin avanza en la generación de lineamientos técnicos para abordar zonas amortiguadoras desde el instrumento de planificación del manejo de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales a partir de planes de manejo buscando que los procesos de ordenamiento ambiental en zona de influencia de las áreas contribuyan al logro de los objetivos de conservación de los Parques. Esta propuesta parte de los conceptos de ordenamiento territorial expuesto en instrumentos ambientales tales como ordenamiento de cuencas hidrográficas, manejo integrado de zonas costeras, planes de manejo de áreas del Sistema de Parques Nacionales o en la reciente definición de sistemas socioecológicos y en el llamado a reconocer la diversidad cultural en el ordenamiento territorial (Paredes-Leguizamón, 2014).

El proceso de delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras en Colombia se dificulta ya que la jurisdicción de áreas de conservación corresponde a diferentes instituciones ambientales (Ospina, 2008). El Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras planteado por Ospina (2008) indica los criterios necesarios para la delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Criterios para la delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras.*

Principios	Criterios para la delimitación y zonificación
1. Prevenir, mitigar y corregir las perturbaciones sobre el área protegida, y compensar los efectos de las presiones y sus problemas de configuración.	1.1 Identificar el área necesaria para prevenir, mitigar y corregir las presiones que afectan el área protegida. 1.2 Identificar áreas que ayuden a compensar problemas de configuración del AP para cumplir con sus objetivos.
2. Armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos del área protegida,	2.1 Definir participativamente el escenario posible para el cumplimiento de la función amortiguadora en el marco del

articulando los diferentes procesos de ordenamiento territorial. ordenamiento y promoviendo modelos sostenibles de uso.

2.2 Definir, de manera participativa, áreas aledañas al área protegida que contribuyan a mantener la oferta y uso de beneficios ambientales para el desarrollo sostenible de sus habitantes.

Principios

Criterios para la delimitación y zonificación

3. Aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos que conectan el área protegida con los complejos regionales de ecosistemas

3.1 Identificar áreas que aporten a complementar la representatividad y conectividad del AP a nivel nacional y regional, teniendo en cuenta los procesos locales y/o regionales de ordenamiento del territorio existentes en el área de estudio, debidamente concertados con los actores implicados.

3.2 Identificar áreas que, por su importancia ecológica para los VOC del AP, y por estar afectadas por procesos de alteración necesitan un manejo especial. 3.3 Identificar áreas de especial significado cultural, sus elementos y valores relacionados con las comunidades cercanas al área protegida.

Fuente: Ospina, 2008.

En efecto, Ospina (2008) afirma que la subdivisión de la zona amortiguadora delimitada, con fines de manejo, determina la manera como se hará el ordenamiento ambiental en su interior. Igualmente, se establecen las subdivisiones de zonas amortiguadoras con base en su función principal:

- **Zonas de mitigación y contención:** Destinadas a mitigar perturbaciones sobre el área protegida, previniendo la expansión de las fronteras de su uso.
- **Zonas de protección:** Destinadas a protección de la biodiversidad.
- **Zonas de compensación:** Destinadas a mitigar la degradación y las anomalías socioeconómicas insostenibles y orientar el desarrollo productivo.
- **Zonas de desarrollo:** Destinadas a posibilitar obras de desarrollo.

Por otro lado, el concepto de zonas amortiguadoras ha estado relacionado esencialmente a las áreas del SPNN y, en consecuencia, los avances técnicos mencionados se enfocaron en estas áreas. Sin embargo, con la aparición del Decreto 2372 de 2010 se introduce el concepto de *función amortiguadora*, refiriéndose a que el ordenamiento territorial de la superficie de territorio circunvecina y colindante de cualquier área protegida debe cumplir con una función de mitigación y prevención de impactos sobre el área, armonizando la ocupación y modificación del territorio con los objetivos de conservar las áreas protegidas. Es importante resaltar que en el proceso de delimitación y zonificación de zonas amortiguadoras en Colombia se dificulta, ya que la jurisdicción de áreas de conservación corresponde a diferentes instituciones ambientales (Ospina, 2008).

5.2. Marco teórico

La región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves. Está definida como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana (Rangel - CH, 2000). A pesar de la notable importancia de los ecosistemas de páramo en cuanto a los servicios ecosistémicos que brinda, desde hace décadas se registran altos índices de poblamiento y ocupación del territorio, expresadas en transformaciones

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

ecosistémicas originados de actividades antrópicas como la agricultura, ganadería y en algunos casos minería (Rivera y Rodríguez, 2011).

El ecosistema de páramo tiene entre 3 y 5 millones de años de historia, mientras la actividad humana en ellos inició aproximadamente hace 10.000 años; para el siglo XV se registraba en algunas zonas pastoreo de camélidos andinos, cultivo de papas y tubérculos nativos. Actualmente las principales actividades humanas que tienen impacto sobre los páramos incluyen la agricultura, la ganadería, la forestación con especies exóticas, la minería y el turismo. Además, se suma el impacto del cambio climático global que se evidencia de manera dramática en procesos como el retroceso de los glaciares andinos (IDEAM, 2010). Por otro lado, los resultados del Proyecto Páramo Andino (2005) indican que de la totalidad del área ocupada aproximadamente 30% de los páramos en los Andes del norte y Centrales se encuentra completamente transformado, un 40% ha sido parcialmente modificado en su cobertura y solo un 30% se encuentra bien conservado. En esa misma línea, en el Portafolio Nacional De Restauración De Páramos Y Humedales De Alta Montaña el complejo de páramos los Nevados presenta un estado de intervención alto por actividades agropecuarias (Von Humboldt y Rivera Ospina, 2013).

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUSCC) se define el cambio climático como “Un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Organización de las Naciones Unidas, 2008).

Dentro del marco de la XV Conferencia sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas en el 2009 se establecieron estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, dentro de las cuales, los países desarrollados, como Canadá, brindan apoyo económico a países vulnerables, como Kenya, Chile, Méjico y Colombia, principalmente en adaptación, energías limpias, manejo sostenible de bosques y agricultura. De acuerdo a este marco, Colombia tiene como objetivos: 1) actualizar o reformular 25 planes de manejo para fortalecer el valor de las áreas protegidas, y 2) realizar actividades de restauración en seis parques piloto para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de los ecosistemas y de las poblaciones humanas asociadas. Así mismo tiene como meta la implementación de estrategias de manejo en las áreas protegidas y sus zonas de influencia con el fin de aumentar la resiliencia de los ecosistemas y de los actores sociales frente al cambio climático. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2014).

Los páramos son ecosistemas vulnerables a sufrir mayores impactos por el cambio climático; el aumento de la temperatura incide directamente sobre la periodicidad y los volúmenes de la precipitación, según resultados de estudios realizados por el IDEAM (2002), en un escenario de duplicación de CO₂ en la atmósfera, la temperatura aumentará entre 2.5 y 3 °C, reduciéndose la precipitación entre un 10 y 20%. El principal impacto que tiene el cambio climático sobre estos ecosistemas es el ascenso progresivo de las zonas bioclimáticas, según Holdridge (2009) tenderán a desplazarse hacia arriba casi en su totalidad, reduciendo hasta una cuarta parte la extensión actual de los páramos.

De esta forma, según el establecimiento de zonas que cumplan la función de amortiguar los impactos negativos de las acciones humanas en ecosistemas estratégicos y áreas protegidas es un pilar esencial del ordenamiento territorial, el cual debe orientarse a “atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

áreas protegidas, contribuir a subsanar alteraciones que se presenten por efecto de las presiones en dichas áreas, armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos de conservación de las áreas protegidas y aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos relacionados con las áreas protegidas” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

5.3. Marco conceptual

Seguidamente, se presentan los conceptos más relevantes en el desarrollo de la delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Actividades antrópicas

- Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta, por ejemplo: la deforestación, la pesca, la agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera, etc. (Cáceres, 2015).

Área protegida

- Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).
- En el decreto 2372 del 2010 define como área protegida al área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).
- Un Área Natural Protegida (ANP) es una porción del territorio (terrestre o acuático) cuyo fin es conservar la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos y, cuyas características no han sido esencialmente modificadas (Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez, 2014).

Ecosistema estratégico

- Según Márquez (2003), un ecosistema estratégico es aquel que cumple funciones de soporte vital para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios fundamentales.
- En el decreto 2372 del 2010 se define como ecosistema estratégico a las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).
- Los ecosistemas estratégicos son aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad (Comisión Colombiana del Océano, 2015).

Frontera agrícola

- Se define frontera agrícola nacional como el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

- La frontera agrícola se constituye en un referente, a escala nacional, para orientar la formulación de política pública y focalizar la gestión e inversiones del sector agropecuario y de desarrollo rural. Además, promover el uso eficiente del suelo rural agropecuario, el ordenamiento productivo y social de la propiedad rural, y el fortalecimiento de la productividad y competitividad de las actividades agropecuarias. Asimismo, contribuye a estabilizar y disminuir la pérdida de ecosistemas de importancia ambiental. Se convierte en un insumo base para considerar dentro de la zonificación ambiental para el diseño de las estrategias orientadas al cierre de la frontera agrícola. Con la definición de la frontera agrícola se da cumplimiento al compromiso de las obligaciones impuestas por la Ley 1776 de 20167 y al Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera, Punto 1 Hacia un Nuevo Campo Colombiano: Reforma Rural Integral. (Ministerio de Ambientes y Desarrollo Rural, 2018)

Páramo

- Socioecosistema propio de la alta montaña ecuatorial ubicado predominantemente entre el límite superior del bosque andino y si se da el caso, con el límite inferior de los glaciares y bordes de nieve, con predominio de clima frío y relieve modelado predominantemente por la acumulación y retiro de las masas glaciares. Como rasgo distintivo, presenta vegetación de pajonales, frailejonales, chuscales, matorrales y formaciones discontinuas de bosque altoandino, con presencia de turberas, humedales, lagos y lagunas, quebradas y ríos, entre otras fuentes hídricas subterráneas o subsuperficiales. Es, además, un territorio pluriétnico y multicultural, en la medida que se reconoce que los páramos en general han sido habitados, intervenidos y transformados, moldeando los patrones preexistentes. Respecto a la organización de sus ambientes naturales, presenta en el gradiente altitudinal tres franjas generales: el páramo bajo, el páramo alto y el superpáramo. Los límites altitudinales del páramo varían entre las cordilleras y sus vertientes (exteriores e interiores), debido a factores orográficos, edafológicos y climáticos locales, así como por la trayectoria de las intervenciones humanas (Cadena, Sarmiento & Zapata, 2013).
- Región de vida que comprende extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Están definidos como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).
- Amalgama de realidades socioculturales y procesos biogeofísicos, un ecosistema de alta montaña pensado, habitado y transformado por hombres y mujeres. No se está delimitando solamente un ecosistema, sino espacios llenos de significado social y cultural, poblados desde centurias (Ospina & Rodríguez, 2011).

Zona amortiguadora

- Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar alteraciones en la ecología o en la flora y fauna de estas áreas (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2014).
- Son zonas aledañas que deben ser identificadas, delimitadas y definidos sus usos en función de proteger lo que hay dentro del área protegida. Es decir, que el Parque Nacional Natural Los

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Nevados (PNNN), tiene una limitación, pero hay una zona circunvecina que debe tener un tratamiento especial para evitar que su integridad se afecte (CORPOCALDAS en La Patria, 2014).

Función amortiguadora

- Suma de las estrategias, tratamientos, concertaciones y reglas aplicados en la vecindad de un área protegida, dirigidos a prevenir, mitigar, corregir y compensar las perturbaciones sobre los valores de conservación de ésta, a armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos de la misma y a conservar los elementos biofísicos, los procesos ecológicos y los servicios ambientales que la conectan al mosaico de ecosistemas de la región (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2005).

5.4. Marco normativo

En el presente trabajo se realizó una búsqueda de la legislación ambiental en Colombia entorno a la temática de la investigación. De tal manera, en la Tabla 2 se presenta las leyes, decretos y resoluciones que establecen los parámetros para el ordenamiento de las áreas protegidas y su conservación.

Tabla 2. *Marco legal.*

Tipo de Norma	Texto
Constitución política 1991	Artículos relacionados con Ordenamiento Territorial: Art. 8 Obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación; Art. 49 Consagra como servicio público la atención de la salud y el saneamiento ambiental y ordena al Estado la organización, dirección y reglamentación de los mismos; Art. 79 Obligación del Estado de proteger las riquezas naturales de la Nación; Art. 80 Establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 165 de 1994 Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Art 8. Promover un desarrollo ambiental adecuado y sostenible en las zonas adyacentes a las áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de estas zonas.
Ley 356 de 1997 Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 8o. Establecimiento de zonas de amortiguación. Cada Parte de este Protocolo reforzará, según sea necesario, la protección de un área protegida con el establecimiento dentro de las áreas sobre las que ejerce soberanía, o derechos soberanos o jurisdicción, de una o más zonas de amortiguación donde las actividades sean menos restringidas que en el área protegida, pero sin dejar de ser compatibles con el logro de los propósitos del área protegida. Y en su Artículo 9o. Artículo 9o. Áreas protegidas y zonas de amortiguación contiguas a fronteras internacionales. 1. Si una Parte pretende establecer un área protegida o una zona de amortiguación contigua a la frontera o a los límites de la zona de jurisdicción nacional de otra parte, ambas partes se consultarán entre sí con el fin de llegar a un acuerdo sobre las medidas a tomar y deberán examinar la posibilidad de que la otra Parte establezca un área protegida o zona de amortiguación contigua correspondiente, o adopte cualesquiera otras medidas apropiadas, inclusive programas de manejo en cooperación. 2. Si una

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Parte pretende establecer un área protegida o una zona de amortiguación contigua a la frontera o a los límites de la zona de jurisdicción nacional de un Estado que no sea parte de este Protocolo, la Parte procurará trabajar conjuntamente con las autoridades competentes de ese Estado, con el fin de llevar a cabo las consultas a que hace referencia el párrafo 1.

Tipo de Norma	Texto
Ley 1930 de 2018 Congreso de Colombia	El objeto de la presente ley es establecer como ecosistemas estratégicos los páramos, así como fijar directrices que propendan por su integralidad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento.
Decreto 216 de 2003 MAVDT	Le asignó a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales -UAESPNN-, la función de administración y manejo de las áreas del sistema de parques, proponer políticas, planes, programas, normas y procedimientos relacionados con el SINAP y coordinar con las demás autoridades ambientales, entidades territoriales, autoridades y representantes de grupos étnicos, y organizaciones comunitarias, las estrategias para la conformación y consolidación de un SINAP.
Resolución 769 de 2002 MAVDT	Por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos; además de definir el ámbito de aplicación, también proporciona las medidas de protección, conservación, manejo sostenible y restauración de estos ecosistemas.
Resolución 886 de 2018 MAVDT	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.

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019.

Posteriormente, se presenta la normativa colombiana y su evolución en cuanto al concepto de Zona Amortiguadora, por ende, el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 / 2015) en el artículo 2.2.2.1.10.2. Corresponde al Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS delimitar para cada una de las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales - SPNN, las zonas amortiguadoras y someterlas a manejo especial reglamentado para cada caso, limitando o restringiendo el uso por parte de sus poseedores.

En este orden de ideas, es pertinente hablar de cómo nace el concepto de Zona Amortiguadoras en Colombia, el cual surge con la expedición del Código de los Recursos Naturales y de la Protección al Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974). En él se estableció en el artículo 330 que:

“De acuerdo con las condiciones de cada área del Sistema de Parques Nacionales Naturales de los ordinales a) a e) del artículo precedente, se determinarán zonas amortiguadoras en la periferia para que atenúen las perturbaciones que pueda causar la acción humana. En esas zonas se podrán imponer restricciones y limitaciones al dominio.”

Ante la expedición del Decreto 2372 del 2010 que reglamentó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, planteó tres objetivos generales para las zonas amortiguadoras:

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

1. Atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las áreas protegidas y contribuir a subsanar alteraciones que se presenten por efecto de las presiones en dichas áreas.
2. Armonizar la ocupación, uso y transformación del territorio con los objetivos de conservación de las áreas protegidas.
3. Aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos relacionados con las áreas protegidas.

De este modo hace énfasis en la definición de zona amortiguadora es un proceso social en el cual deben participar las autoridades ambientales (Ministerio de Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible, Grandes Centros Urbanos y Establecimientos Públicos) entes territoriales, comunidades y grupos étnicos y otras instituciones nacionales IDEAM, INVEMAR, SINCHI, DIMAR, regionales y locales.

En efecto, por medio de la expedición del Decreto 622 de 1977, actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015, se definieron varios elementos referentes a las zonas amortiguadoras para las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales - SPNN. Así, el artículo 2.2.2.1.8.1 del Decreto 1076 de 2015 (Artículo 5 Decreto 622 de 1977) establece la siguiente definición de zona amortiguadora:

"Zona en la cual se atenúan las perturbaciones causadas por la actividad humana en las zonas circunvecinas a las distintas áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de impedir que llegue a causar disturbios o alteraciones en la ecología o en la vida silvestre de estas áreas."

En el artículo 18 del Decreto 622 de 1977, recopilado en el Decreto 1076 de 2015 (artículo 2.2.2.1.11.3) determinó que como una de las posibles zonas a definir en las zonificaciones para el manejo de las áreas protegidas que conforman el SPNN estarán las zonas amortiguadoras. Es decir, el Decreto planteó que la definición de la zona amortiguadora hace parte del ejercicio de zonificación y no es otro instrumento de ordenamiento en la periferia del área protegida del SPNN. Esta situación no debe entenderse como que la zona amortiguadora se encuentra al interior del área protegida, pues el ordenamiento jurídico, los conceptos expedidos por las entidades competentes y la administración que se le ha dado a las mismas, definió que esta zona se delimita por fuera de tales áreas.

Es por eso que la Corte Constitucional en la Sentencia C 746 de 2012, determinó que:

"Esta zonificación incluye también las zonas amortiguadoras ubicadas por fuera de tales áreas protegidas; estas zonas están sometidas a un régimen jurídico asimilable en algunos aspectos al del Sistema de Parques Nacionales Naturales, por lo cual es posible que en su territorio sean impuestas restricciones al ejercicio de los derechos y libertades, con el fin de atenuar los efectos nocivos que tales actividades puedan generar a las referidas áreas protegidas."

5.5. Marco geográfico

El casco urbano de Murillo está situado en el norte del Departamento del Tolima (figura 1), tiene una extensión de 41.837 Ha y se ubica en las coordenadas 4° 55' de latitud norte y 75° 11 longitud este, a una altura aproximada de 3000 m.s.n.m. Limita por el norte con el municipio de Villahermosa, al sur con el municipio de Santa Isabel, al oriente con el municipio del Líbano y al occidente con los

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

municipios de Villa María (Caldas) y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) (Gobernación del Tolima & Secretaría de Planeación y TIC, 2014). El área urbana del municipio de Murillo está conformada por 11 barrios y el área rural por 27 veredas y 1 centro poblado tal como se aprecia en la figura 2.

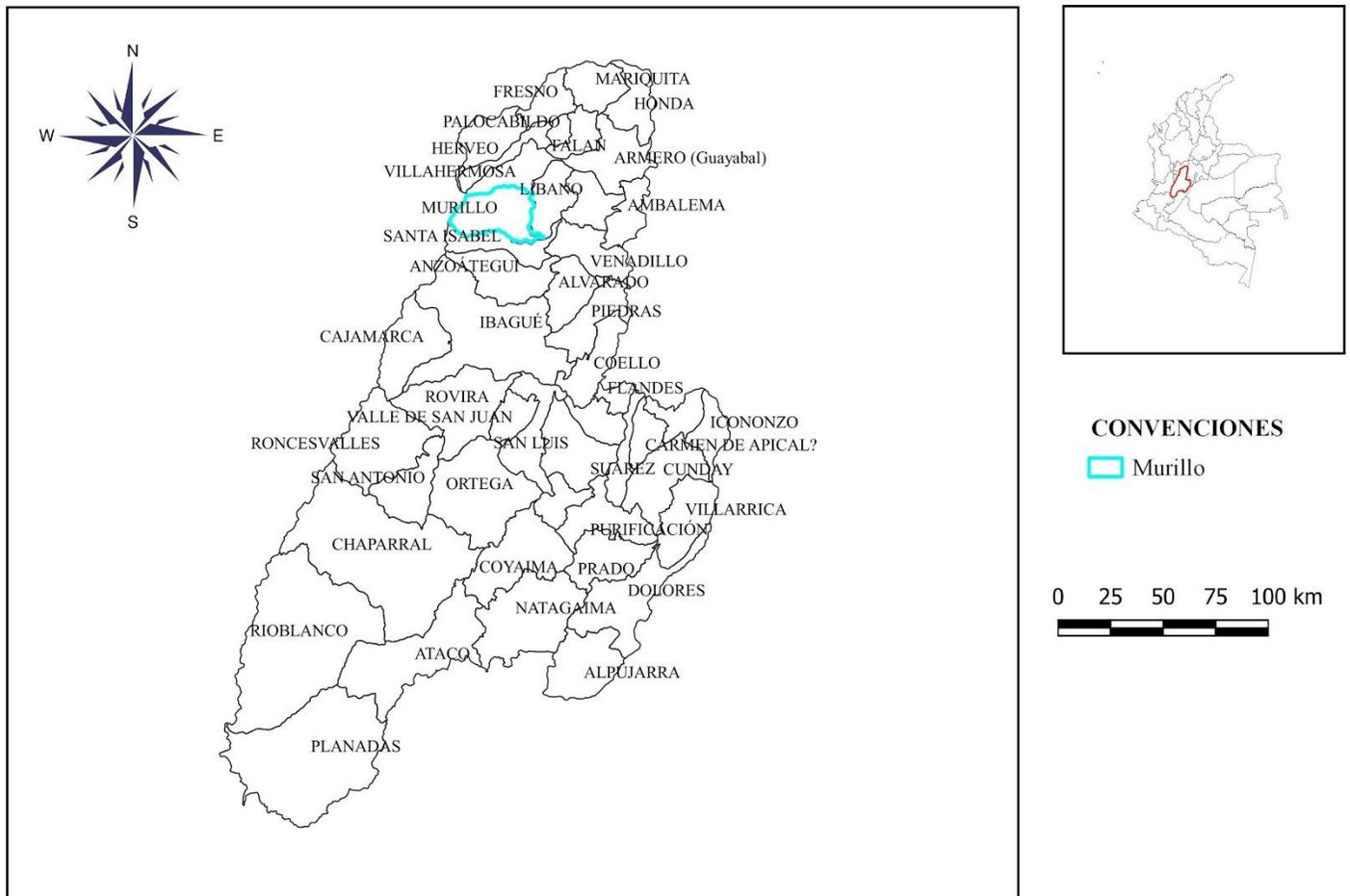


Figura 1. Área de estudio. Ubicación del municipio de Murillo en el departamento del Tolima. (Gómez, & Ramírez, 2019)

Municipio de Murillo: Localizado entre los municipios de Villahermosa y Santa Isabel en la zona de páramos, presenta 21875,8 hectáreas en zonas de páramo correspondientes al 51,7% del área del municipio. La zona de páramos de Murillo se localizan en las veredas de Alfombrales, Arenales, Canaán, El Oso, La Cabaña, La Cascada, La Estrella, La Esperanza, La Florida, Las Lagunas, Rio Azul y Santa Barbará, encontrándose las mayores extensiones de este ecosistema en las veredas de El Oso con 9537 hectáreas y Rio Azul con 3147,7 hectáreas equivalentes al 43,6 y 14,3% de las zonas de paramo del municipio.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.
Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

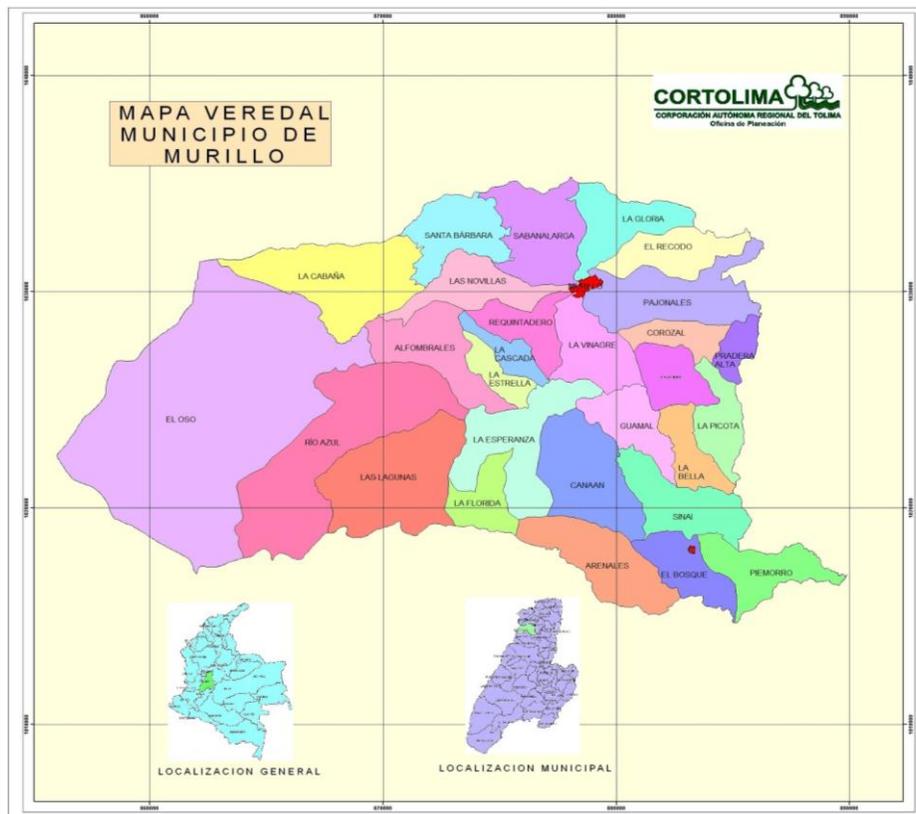


Figura 2. Veredas del municipio de Murillo en el departamento del Tolima, Colombia (Adaptado de CORTOLIMA en Escuela Superior de Administración Pública, 2015).

El páramo de Murillo es un ecosistema estratégico (CORTOLIMA, 2013) que hace parte del complejo de páramos Los Nevados, el cual se encuentra localizado geográficamente en la cordillera Central, vertientes oriental y occidental, con alturas entre los 2600 y 5321 m.s.n.m. entre las coordenadas geográficas: $75^{\circ}33'24.354''$ W $4^{\circ}58'31.174''$ N y $75^{\circ}10'56.604''$ W $4^{\circ}35'36.602''$ N y tiene un área delimitada de 133.666 Ha según la Resolución 1987 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016), y está bajo la jurisdicción de CORTOLIMA, como se muestra en la figura 3.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

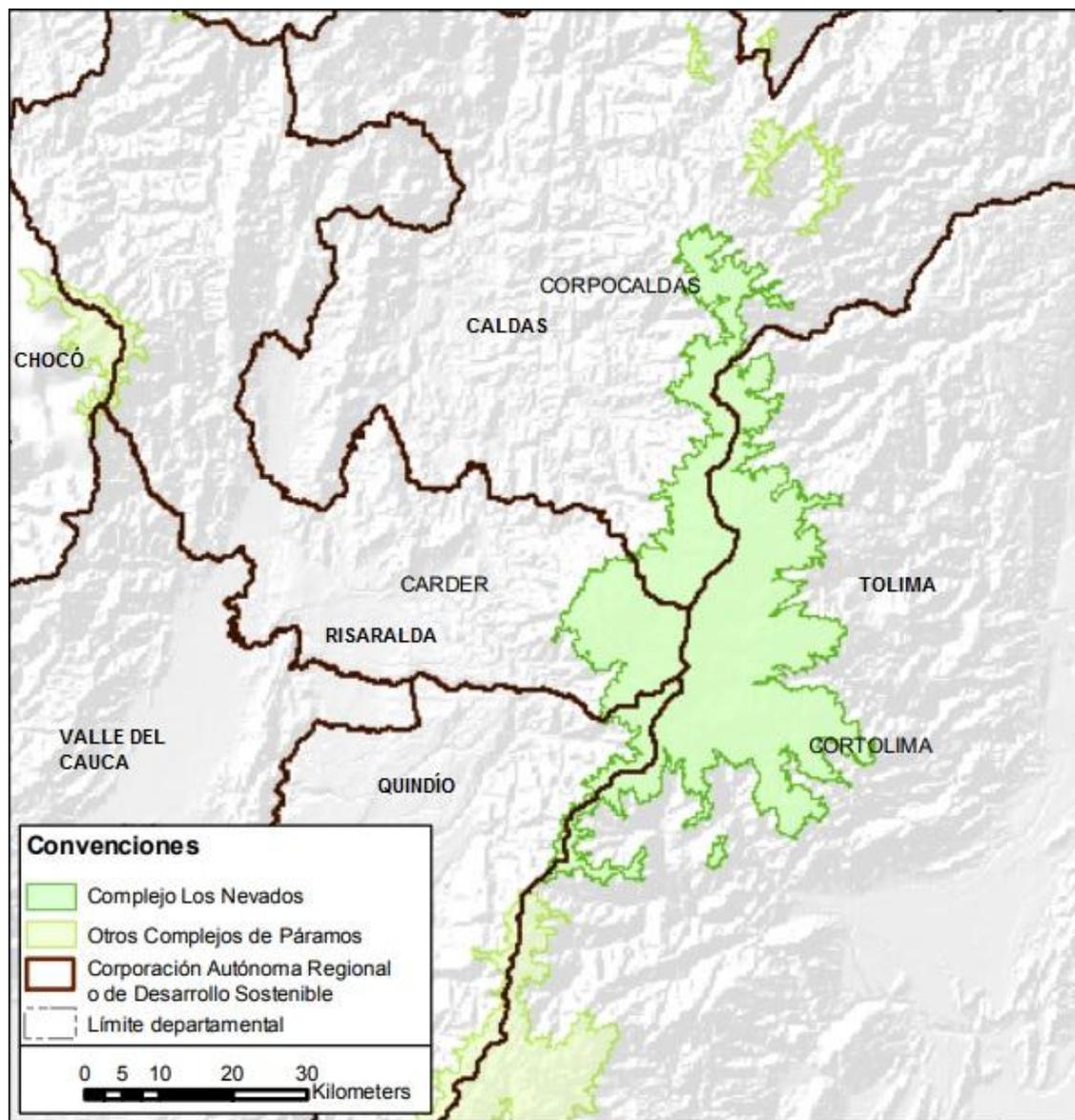


Figura 3. Jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales en el complejo de Páramos Los Nevados. (Adaptado de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el 2011 el municipio de Murillo contaba con un área aproximada de 17.822 Ha de superficie del complejo de páramos, la cual se aprecia en la figura 4.

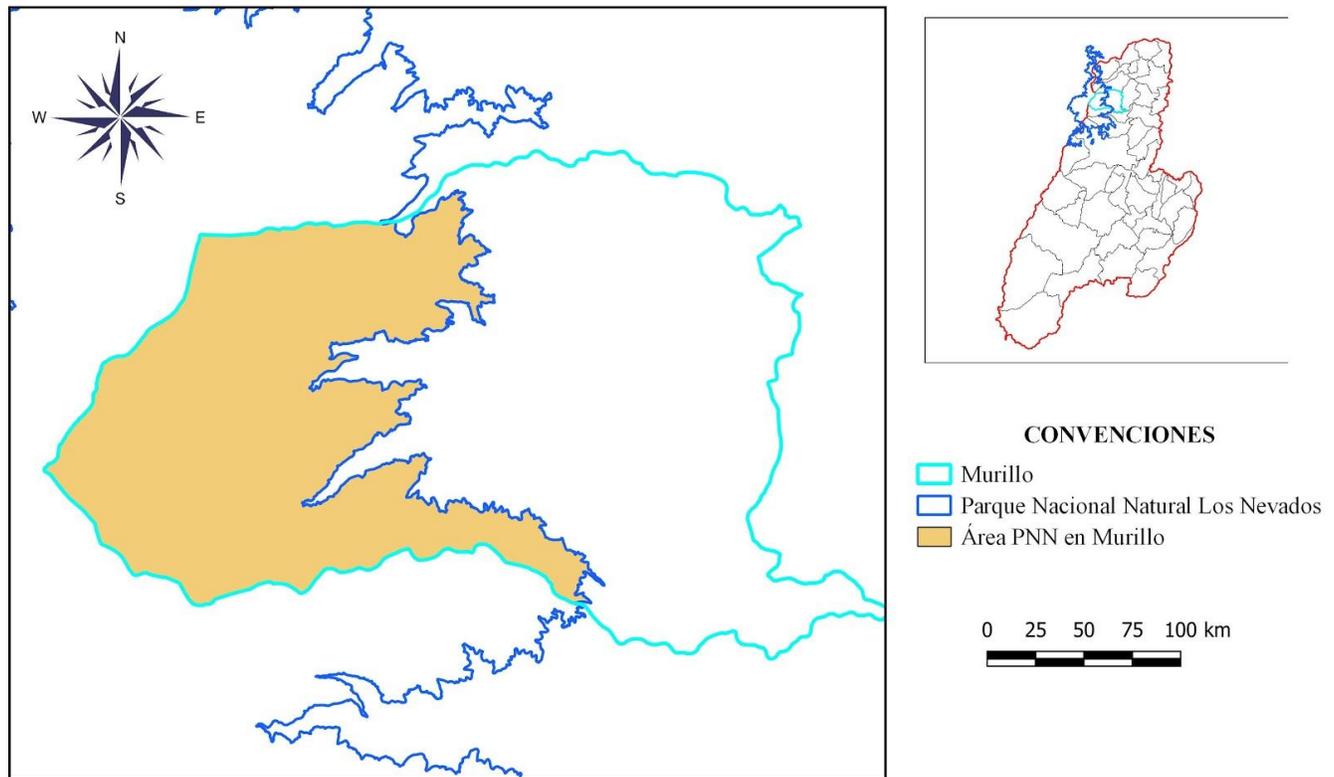


Figura 4. Área del complejo de Los Nevados correspondiente al municipio de Murillo (Gómez, & Ramírez, 2019).

5.6. Marco institucional

- *Parques Nacionales Naturales de Colombia*

Mediante el Decreto No. 3572 de 2011 se reconoce a Parques Nacionales Naturales de Colombia como una Unidad Administrativa Especial denominada del orden nacional, sin personería jurídica, con autonomía administrativa y financiera, con jurisdicción en todo el territorio nacional, en los términos del artículo 67 de la Ley 489 de 1998 encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018). El Parque Nacional Natural de Los Nevados se encuentra dentro de la dirección territorial de los andes occidentales, como se aprecia en la figura 6.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

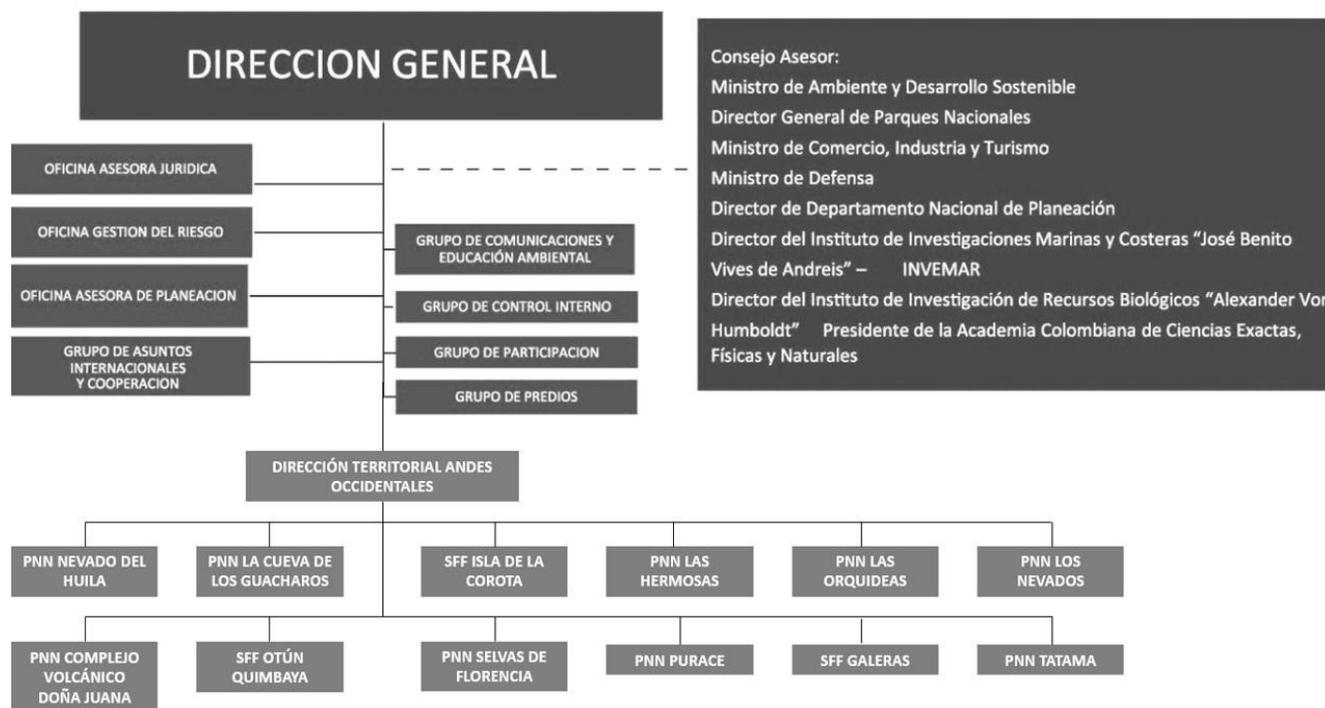


Figura 5. Estructura organizacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia. (Adaptado de Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2014)

- *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*

Según el Artículo 1 del Decreto 3570 del 2011, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores” (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011).

Según el Artículo 5 del Decreto 3570 del 2011, la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es la presentada en la figura 7.

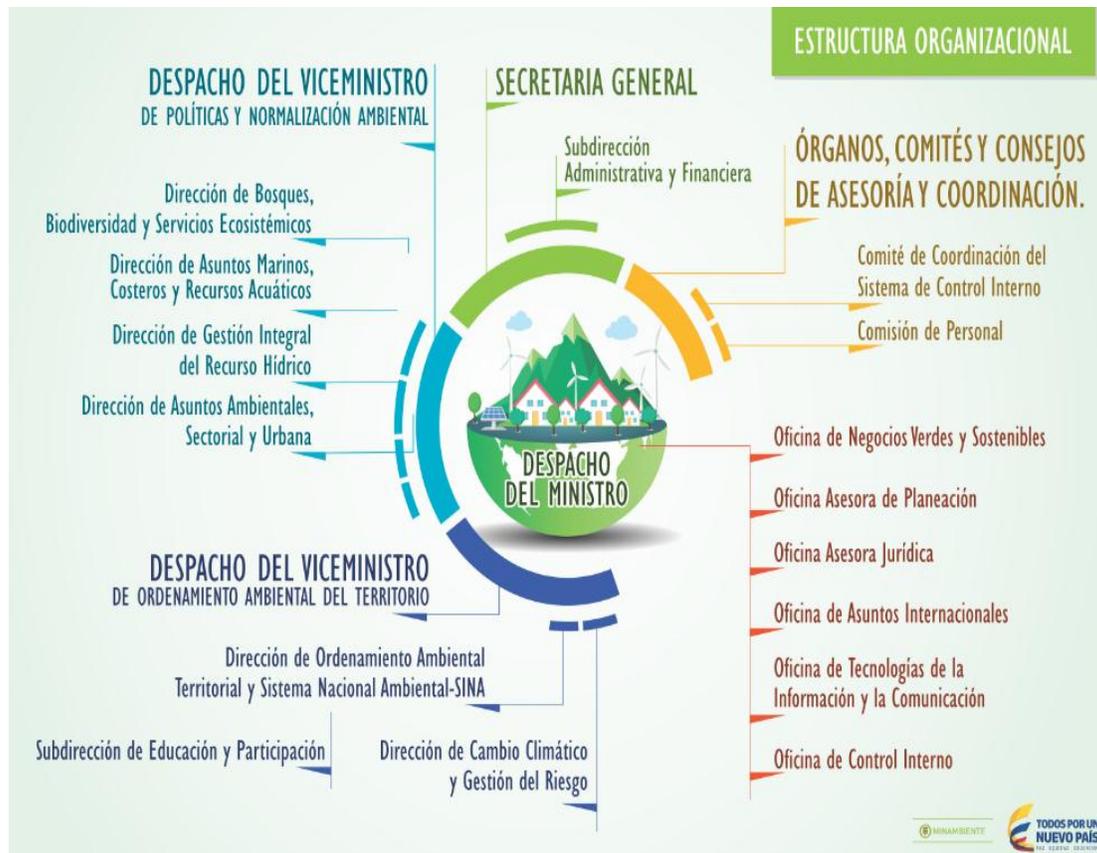


Figura 6. Estructura organizacional del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

- *Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.*
Es un instituto encargado de realizar investigación científica sobre biodiversidad en el territorio nacional que contribuya al conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como un factor de desarrollo y bienestar de la población colombiana. Así mismo, coordina el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SIB Colombia) y la conformación del inventario nacional de la biodiversidad. (Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2014). Su estructura jerárquica está conformada primeramente por la asamblea general, seguida de la junta directiva y la dirección general, así mismo, cuenta con las subdirecciones de investigación, proyectos especiales y servicios científicos, y financiera y administrativa, como se muestra en la figura 8.

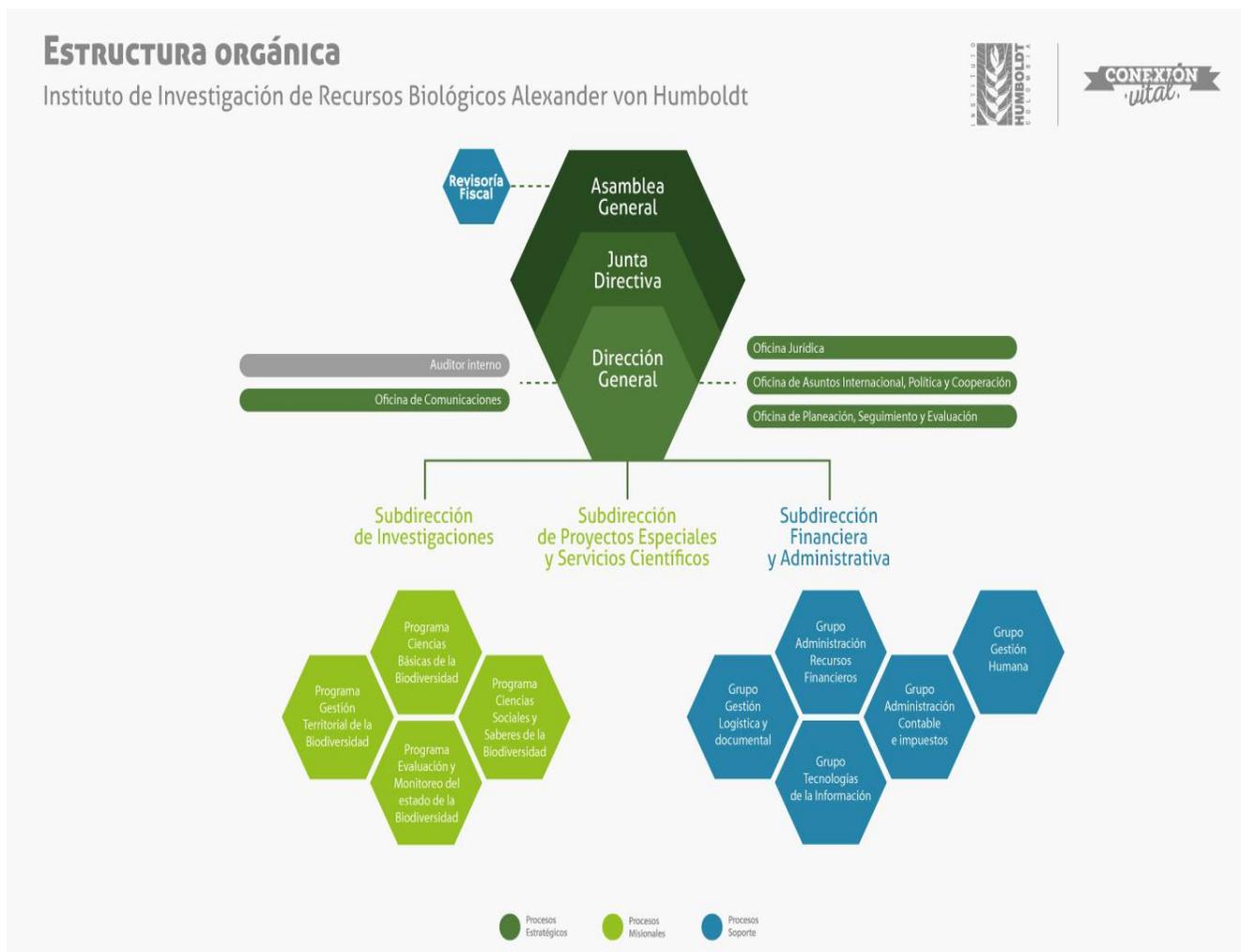


Figura 7. Estructura organizacional del Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (Instituto de Investigaciones y Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014)

- **Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA)**

Es la máxima autoridad ambiental del departamento del Tolima, en encargada de ejecutar programas, planes y proyectos, con el fin de consolidar al departamento como una región habitable en condiciones de biodiversidad, puntualizando en cómo producir y consumir en forma ambientalmente responsable (CORTOLIMA, 2018). Su estructura organizacional, presentada en la figura 9 está compuesta por la asamblea corporativa, el consejo directivo, la dirección general y las subdirecciones especiales: administrativa y financiera, calidad ambiental, desarrollo ambiental, planeación y gestión tecnológica.

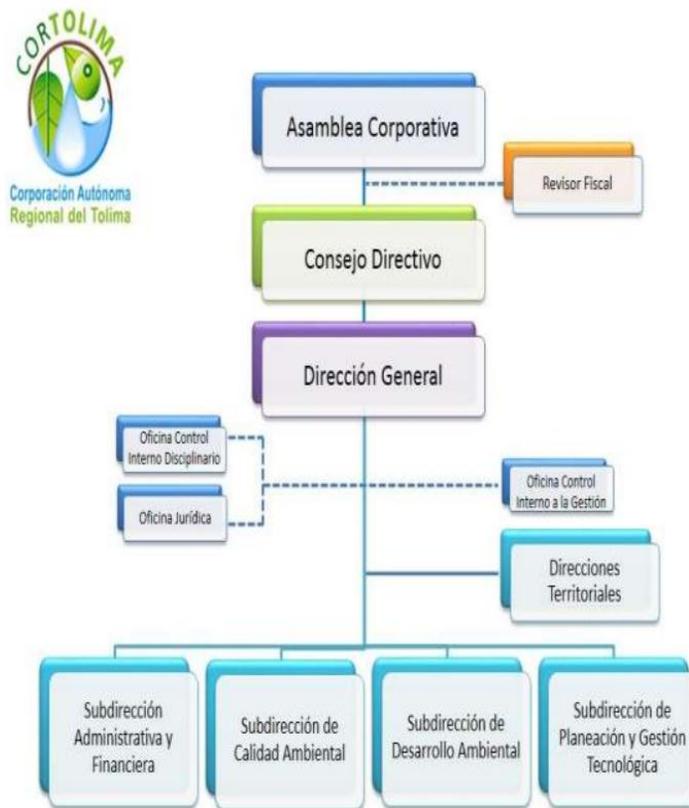


Figura 8. Estructura organizacional de CORTOLIMA (CORTOLIMA, 2016).

6. Metodología

6.1. Enfoque de la investigación:

La investigación tiene un enfoque mixto, debido a que la parte cualitativa según Sampieri 2003 utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación y la parte cuantitativa usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y un análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Por lo tanto, esta investigación cuantifica el área de influencia y a su vez describe los conflictos socioambientales que se presentan en la zona de estudio.

6.2. Alcance de la investigación:

Debido a la revisión literaria realizada, se encontró que el tema o problema de investigación es poco estudiado o se tienen pocos artículos acerca de este tema, solo se han encontrado guías en las cuales no se ha establecido criterios para poder realizar una delimitación eficiente de ZM, por lo tanto, basándose en Hernández, Fernández y Baptista (2014) se determinó que uno de los enfoques de la investigación es exploratorio, además como este prepara la investigación para un nuevo terreno se escogió el alcance descriptivo como sucesor, ya que con este se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquiera otro fenómeno que se someta a un análisis. Por último, también se tiene en cuenta el enfoque correlacional dado que tiene como finalidad conocer la relación que exista entre dos o más conceptos o variables, como lo es en este caso que se analizan los conceptos de áreas protegidas, zona de amortiguamiento y actividades antrópicas.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

6.3. Etapas del proyecto:

Se escogieron tres etapas para llevar a cabo el proyecto de investigación: **Diagnóstico, Delimitación de la ZM y Estrategias Ambientales**. Cada una de estas hace relación a cada uno de los objetivos específicos planteados y sus respectivas actividades, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Etapas metodológicas en el desarrollo del proyecto.

Título	Objetivo General	Objetivos Específicos	Técnica	Instrumento
		Realizar un diagnóstico sobre la ocupación del área del páramo de Murillo, Tolima por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias.	Revisión bibliográfica	- Matriz de Leopold - Matriz causa-efecto Conesa
Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.	Delimitar la zona de amortiguamiento para la conservación del páramo de Murillo, Tolima.	Establecer la delimitación de la zona amortiguadora del páramo de Murillo mediante el uso de herramientas computacionales.	Análisis espacial multitemporal	Shapefiles municipio de Murillo: - Cobertura de la tierra - Vocación de uso del suelo - Conflictos de uso del suelo - Frontera agrícola
		Proponer estrategias ambientales para el uso de la zona amortiguadora en el páramo de Murillo.	Revisión bibliográfica	Fichas técnicas de estrategias

Fuente: (Gómez y Ramírez, 2019)

Además, para el proyecto de investigación se implementó una metodología sintética, mediante la cual se abarca el área de estudio desde una mirada holística, analizando las relaciones existentes entre las partes que la integran, y a su vez, los efectos que producen las acciones particulares en el sistema general (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Por lo tanto, las técnicas e instrumentos por objetivo específico que se van a utilizar son las siguientes:

6.4. Primer objetivo específico: Realizar un diagnóstico sobre la ocupación del área del páramo de Murillo, Tolima por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias.

Técnica e instrumentos: Mediante la revisión bibliográfica de fuentes secundarias se realiza un registro de las diferentes actividades antrópicas y condiciones actuales del páramo de Murillo, al mismo tiempo

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

se complementa con una evaluación de impacto ambiental, la cual sirve para identificar y valorar los impactos ambientales que se producen sobre el área de estudio. Dicha evaluación se realizó por medio de dos matrices que permitieron la Valoración de Aspectos e Impactos Ambientales, es decir, que es una técnica bidimensional de elementos ordenados por filas y columnas, que relacionan las acciones de las actividades antrópicas con los factores ambientales. Este método es llamado de Causa –Efecto, es el más antiguo en la evaluación de impacto ambiental (Secretaría Distrital de Integración Social, 2013). Algunos tipos de Matrices son: Matriz de Vicente Conesa, Matriz de Leopold, Matriz de Clark.

Por ende, el primer instrumento que se implementó en este trabajo fue una matriz de chequeo para identificar los aspectos e impactos en el páramo de Murillo, Tolima. Por lo tanto, se tuvo en cuenta el método de evaluación de impacto ambiental creado por el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos denominada Matriz de Leopold (ML); con la cual se pudo realizar un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción y sus efectos sobre el ambiente, el resultado que se obtuvo fue cualitativo. Para llegar a este se realizó el siguiente procedimiento: (1) se realizó la identificación de la interacciones existentes, para lo cual se consideran todas las actividades antrópicas que ejercen presión o impacto sobre el ecosistema de páramo en el municipio de Murillo, Tolima, (2) para cada acción o actividad, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción (UNRN, 2013), es decir :

1. Se realiza un cuadro, en el cual los factores ambientales se encuentran en la columna y las actividades antrópicas identificadas en la revisión bibliográfica en la fila.
2. Para la identificación se confrontan las columnas y las filas; se revisan las variables ambientales y se marca con una X aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones o actividades productivas sobre el páramo.

Se incluye la lista de los factores ambientales que se pueden ver afectados por la expansión de la zona agropecuaria del páramo.

Tabla 4. *Factores ambientales utilizados en la matriz de Leopold*

Medio Físico

a. Geosférico b. Hidrología c. Atmósfera

Medio Biótico

a. Vegetación b. Fauna

Medio Cultural

a. Socioeconómica b. Paisaje

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019.

Luego de determinar los impactos significativos, se utilizó la metodología propuesta por la “Guía Metodológica para la Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales” de la Secretaría Distrital de Integración Social, la cual aplica la matriz de importancia de Vicente Conesa. En la cual se analizan diez parámetros y a su vez dentro de los mismos establece una serie de atributos, como se muestra a continuación:

Tabla 5. Resumen parámetros de calificación de importancia

Naturaleza		Grado de destrucción: Intensidad (In)	
		Baja	1
Impacto Beneficioso	+	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
Impacto perjudicial	-	Total	12
		<hr/>	
Área de influencia: Extensión (Ex)		Plazo de manifestación: Momento (Mo)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8		
Crítica	(+8)	Crítico	(+4)
<hr/>			
Permanencia del efecto: Persistencia (Pe)		Reversibilidad (Rv)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
<hr/>			
Regularidad de manifestación: Sinergia (Si)		Incremento progresivo: Acumulación (Ac)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2		
Muy sinérgico	4	Acumulativo	4
<hr/>			
Relación causa - efecto: Efecto (Ef)		Regularidad de manifestación: Periodicidad (Pr)	
Indirecto (Secundario)	1	Irregular y discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<hr/>			
Reconstrucción humana: Recuperabilidad (Mc) Importancia (I)			

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Recuperación inmediata	1	$I = \pm (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc)$
Recuperación medio plazo	2	
Mitigable	4	
Irrecuperable	8	

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019. (Con base en el documento “Guía Metodológica para la Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales” de la Secretaría Distrital de Integración Social)

En donde:

- *Naturaleza*: Se refiere a si el orden del impacto generado es de carácter positivo o negativo.
- *Extensión (EX)*: Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto.
- *Intensidad (I)*: Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.
- *Momento (MO)*: El plazo de manifestación del impacto se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el medio considerado.
- *Persistencia (PE)*: Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctivas.
- *Reversibilidad (RV)*: Se refiere a la posibilidad de construcción del factor afectado por el proyecto/actividad, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
- *Recuperabilidad (MC)*: Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas).
- *Sinergia (SI)*: Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.
- *Acumulación (AC)*: Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- *Efecto (EF)*: Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- *Periodicidad (PR)*: La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A continuación se establecen los rangos establecidos por el autor de la metodología, para estipular los valores de importancia en donde se ubica el impacto.

Tabla 6. Rangos de Jerarquización de la importancia del efecto.

Rango de importancia	Clase de efecto	Trama
0<= 25	Compatible	Verde
26<= 50	Moderado	Amarillo
51<= 75	Crítico	Rojo
76<=100	Severo	Naranja

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019. (Con base en el documento “Guía Metodológica para la Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales” de la Secretaría Distrital de Integración Social)

- *Impacto compatible:* Impactos con calificación de importancia 0<= 25 unidades de calificación. Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.
- *Impacto moderado:* Impactos con calificación de importancia entre 26<=50 unidades de calificación. Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.
- *Impacto crítico:* Impactos con calificación de importancia entre 51<= 75 unidades de calificación. Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.
- *Impacto severo:* Impactos con calificación de importancia entre 76<= 100 unidades de calificación. Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversibles (>10 años). Para su manejo se requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación (Secretaria Distrital de Integración Social, 2013).

6.5. *Segundo objetivo específico:* Establecer la delimitación de la zona amortiguadora del páramo de Murillo mediante el uso de herramientas computacionales.

Técnica e instrumentos: La figura de la localización del municipio de Murillo, se realizó a partir del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial SIG – OT Colombia. De este sistema se obtuvo las capas de información del límite departamental y límite municipal de Colombia en escala 1:100.000, de las cuales se hizo un recorte del departamento del Tolima y del municipio de Murillo, respectivamente utilizando la herramienta “clip”, para indicar la localización del municipio en el territorio nacional. Seguidamente, del geoportal de Parques Nacionales Naturales de Colombia, se descargó la capa de información (shapefile) de la nueva delimitación del Parque Nacional Natural “Los Nevados” en escala 1:100.000, como un insumo para indicar el área dentro del parque natural correspondiente al municipio de Murillo, como se aprecia en la Figura 1.

De la página web del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, se descargaron los shapefiles correspondientes a la cobertura de la tierra entre los años 2000 – 2002 (Figura 9), 2005 – 2009 (Figura 10), y 2010 – 2012 (Figura 11), las cuales cuentan con la clasificación de coberturas de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia hasta el tercer nivel en cada periodo de tiempo, el cual refleja la complejidad del territorio basándose en la información de los patrones de las imágenes de satélite y verificación de campo, realizada por un equipo de profesionales del IDEAM (Cruz A., Barajas P., Castellanos H., Ciontescu N., Corredor L., Espejo C. et al., 2012). Seguidamente

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

se estableció una categorización de 0 = Antrópico, en aquellas coberturas en las cuales se presentan alteraciones al ecosistema generadas por la intervención de actividades humanas, y 1 = Natural, en aquellas coberturas sin alteración.

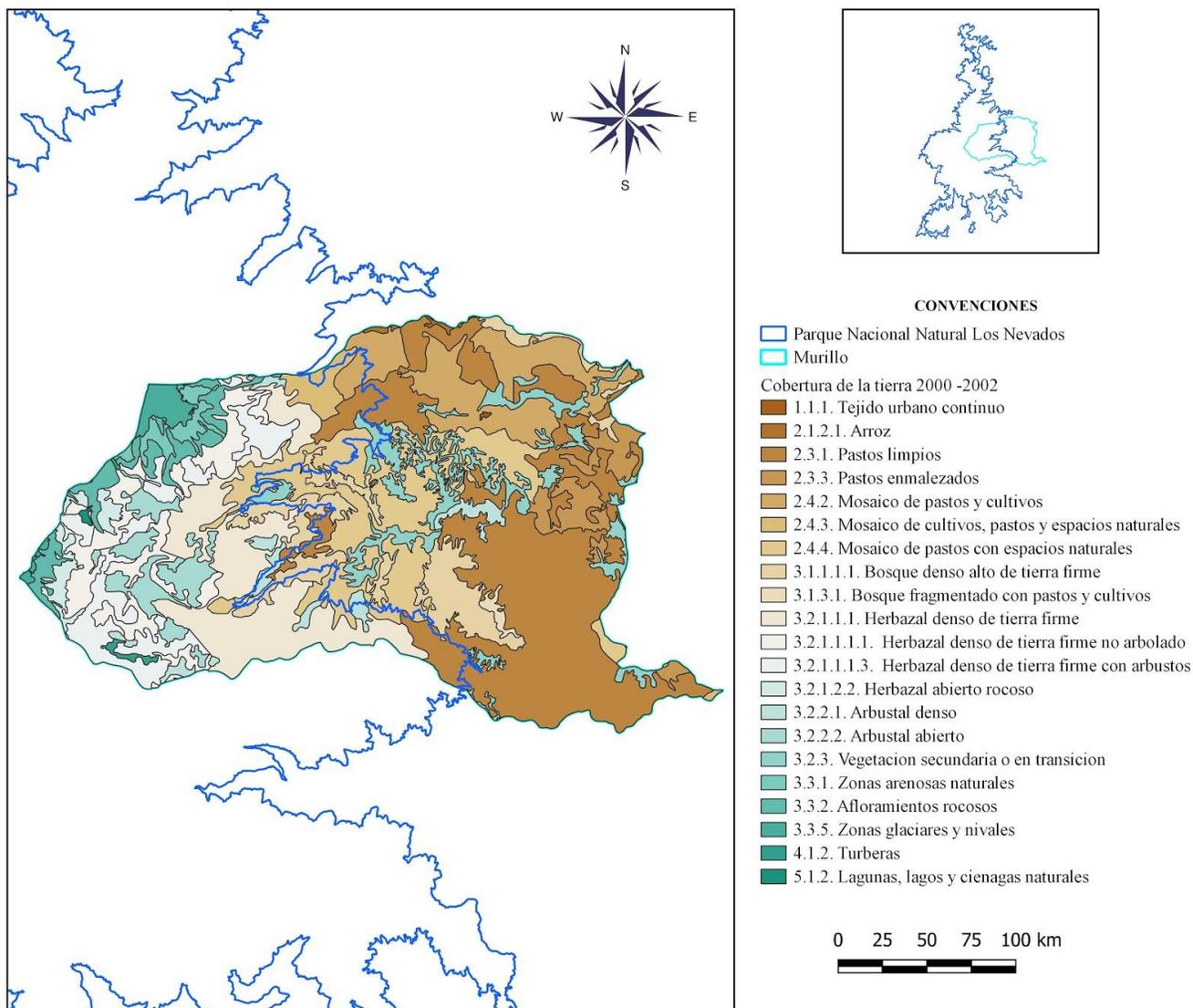


Figura 9. Cobertura de la tierra 2000 – 2002 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

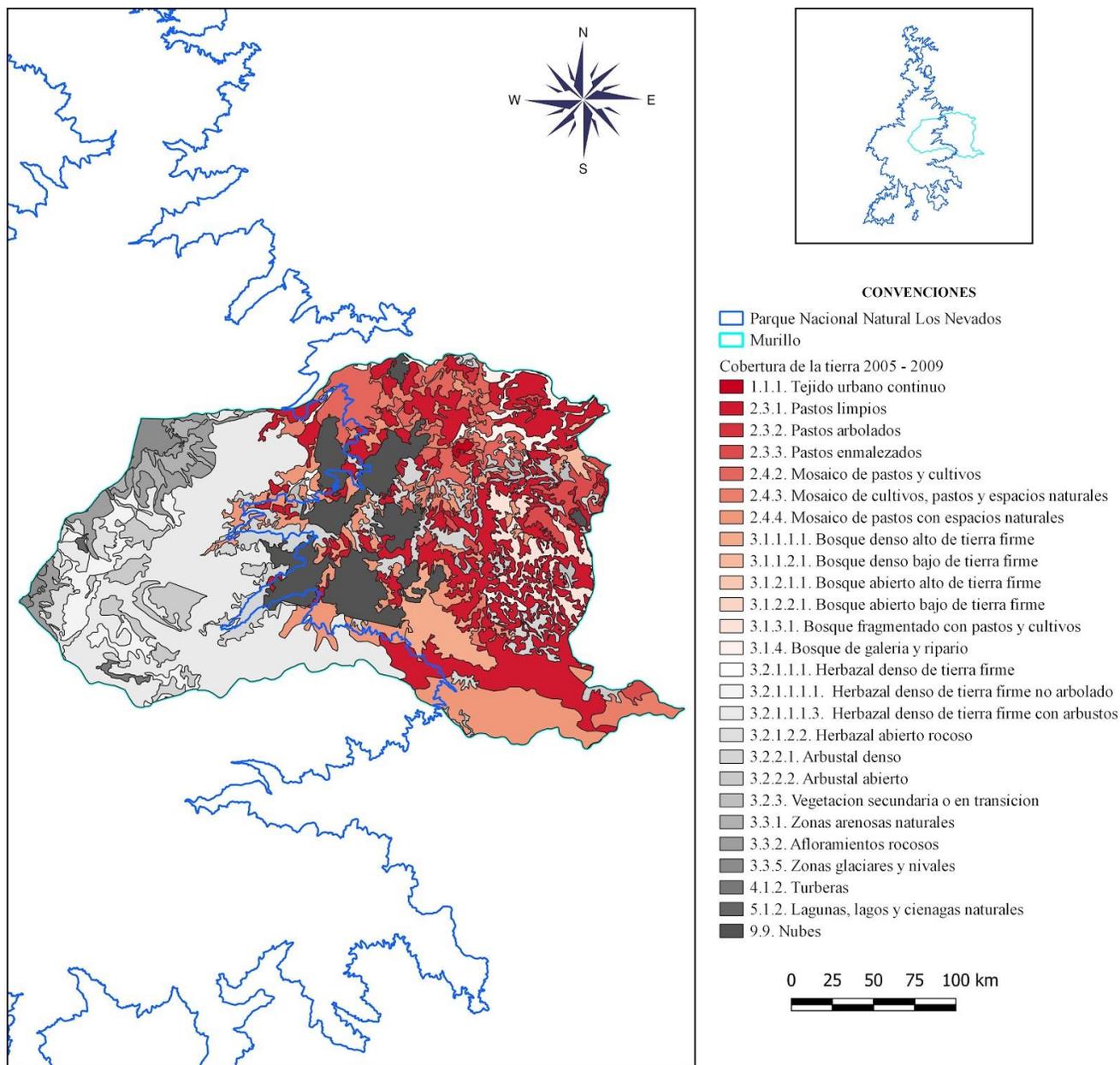


Figura 10. Cobertura de la tierra 2005 – 2009 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

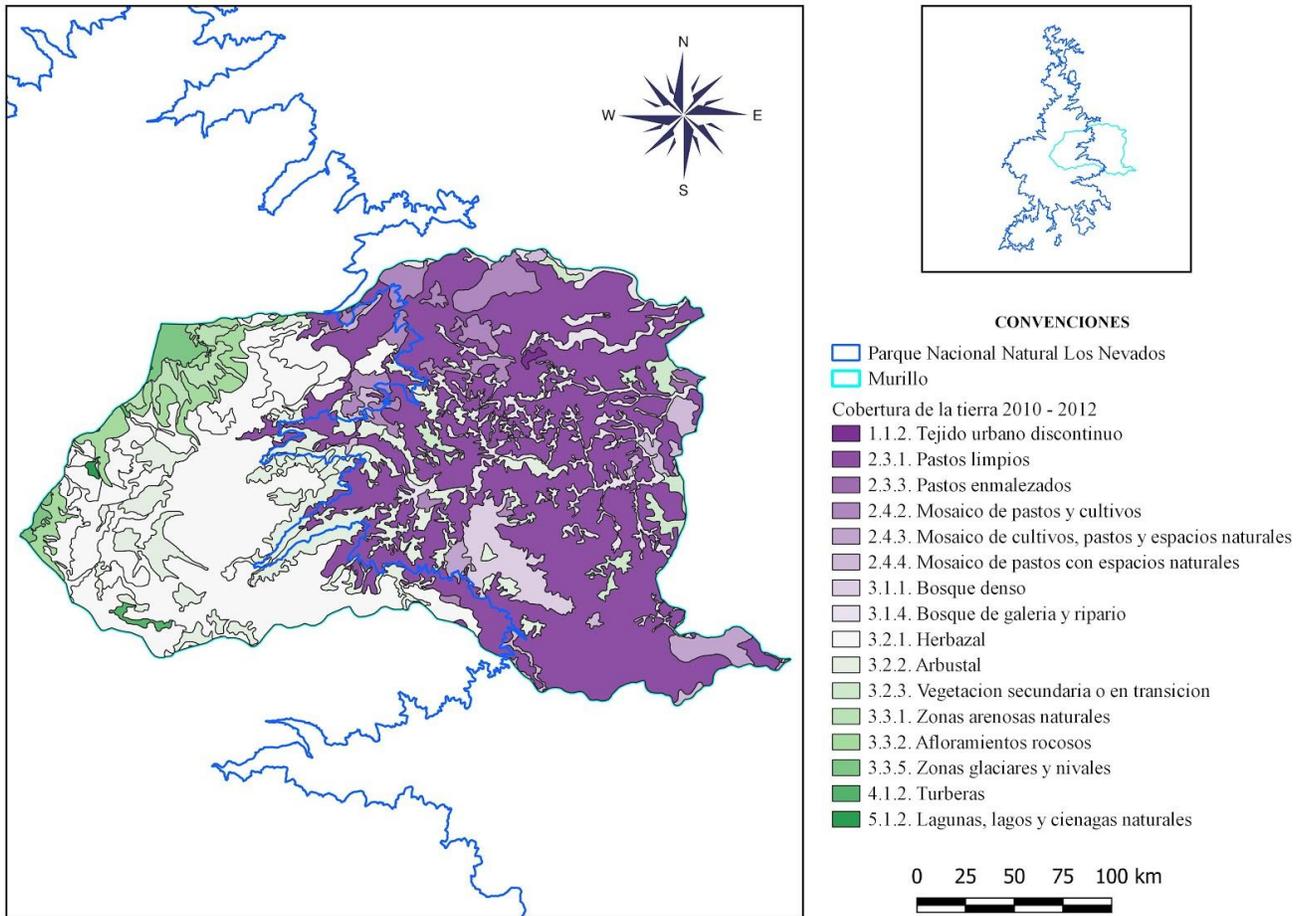


Figura 11. Cobertura de la tierra 2010 – 2012 en el municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

De igual forma, del geoportal de Datos Abiertos del IGAC, se descargaron las capas de “Vocación de uso del suelo” (Figura 12) y “Conflictos de uso del suelo” (Figura 13) para el departamento del Tolima en escala 1:100.000, y se hizo un corte para el municipio de Murillo, para realizar observaciones sobre áreas en las cuales se desarrollan actividades que no corresponden a la vocación del suelo, y establecer una relación con los impactos encontrados en la revisión de fuentes secundarias (Anexo 5, Tabla 14 y Tabla 15 de los resultados del primer objetivo). Según Martínez J., & Valenzuela J. (2011) el uso inadecuado del suelo constituye factores que limitan su aprovechamiento sostenible; la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y el crecimiento urbano y rural sin seguimiento de la planificación territorial, generan impactos significativos en los ecosistemas cuando no tienen en cuenta su capacidad de carga.

En esta línea, del Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria – SIPRA de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA se descargó el shapefile de “Frontera agrícola” del departamento del Tolima en escala 1:100.000 del año 2018, para evidenciar la ocupación del territorio por actividades antrópicas que no están de acuerdo con la planificación territorial (Figura 14) y en zonas que no tienen aptitud para uso agropecuario (MADR, & UPRA, 2018), y establecer qué áreas fueron destinadas para procesos de mitigación, restauración y/o conservación.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

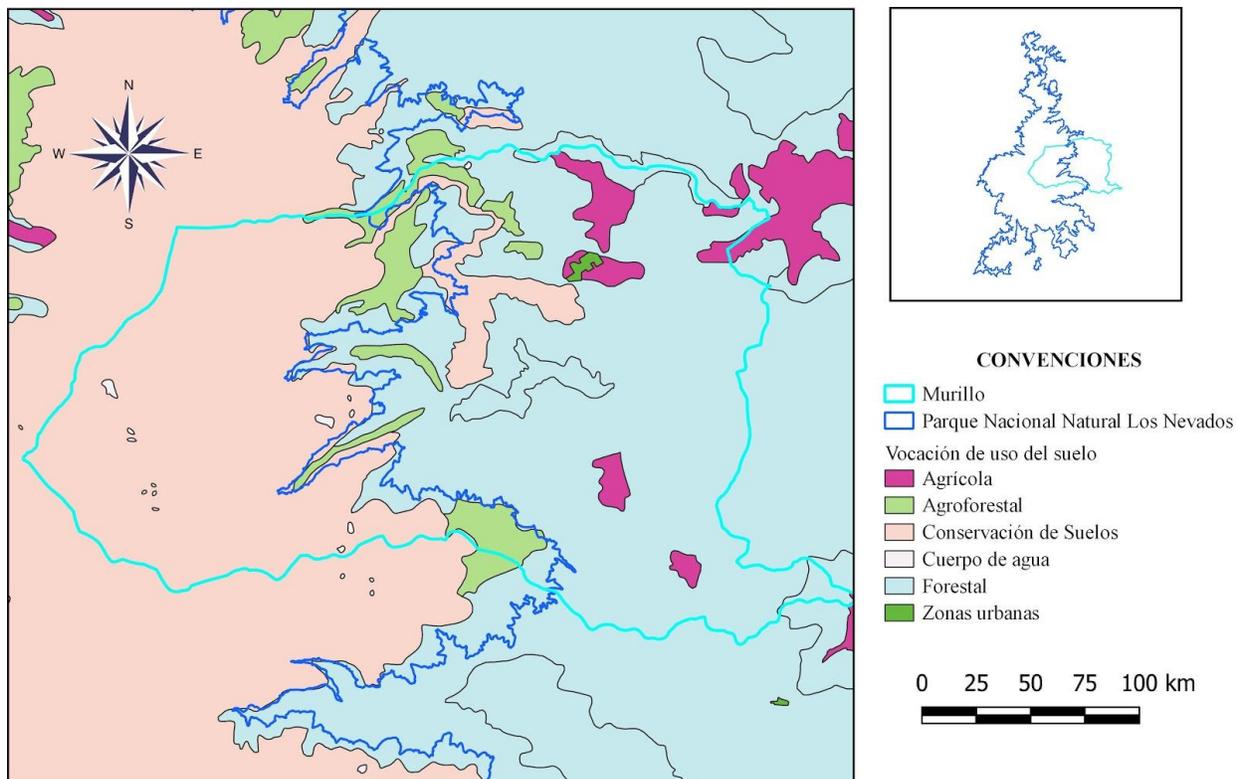


Figura 12. Vocación de uso del suelo del municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

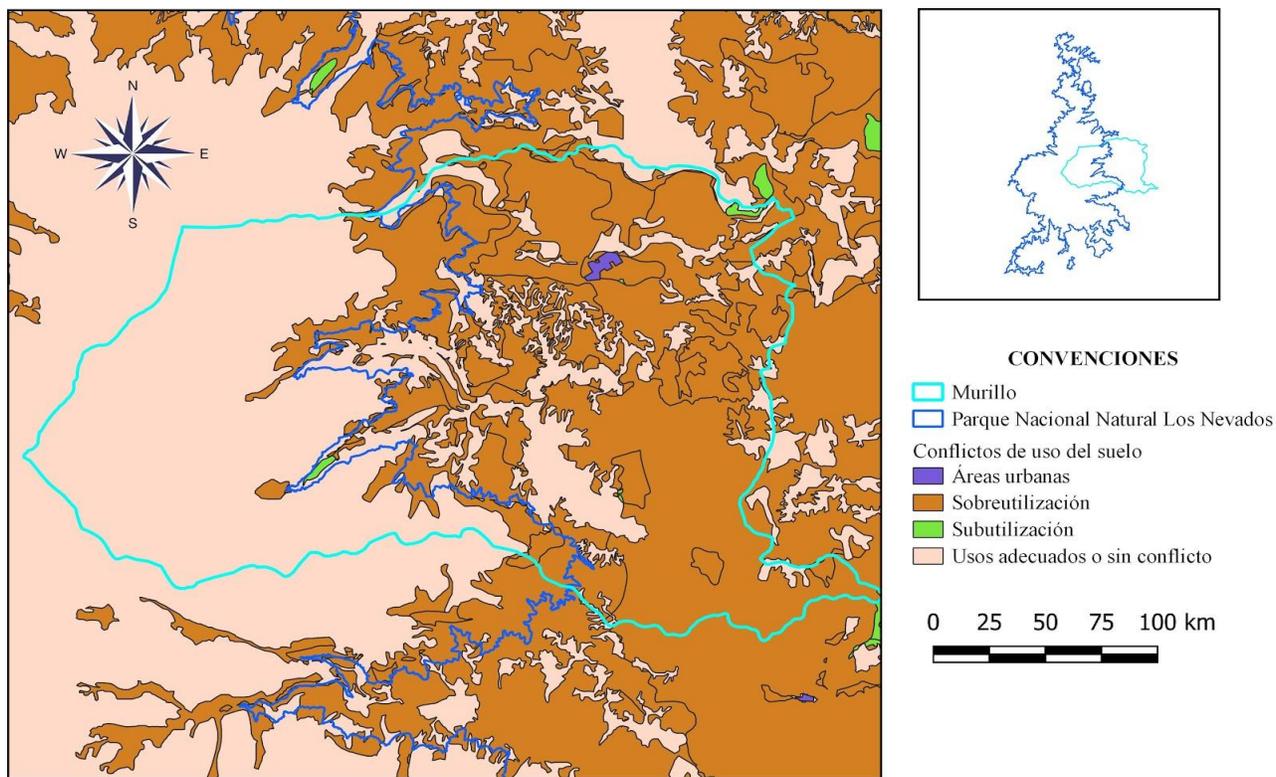


Figura 13. Conflictos de uso del suelo del municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

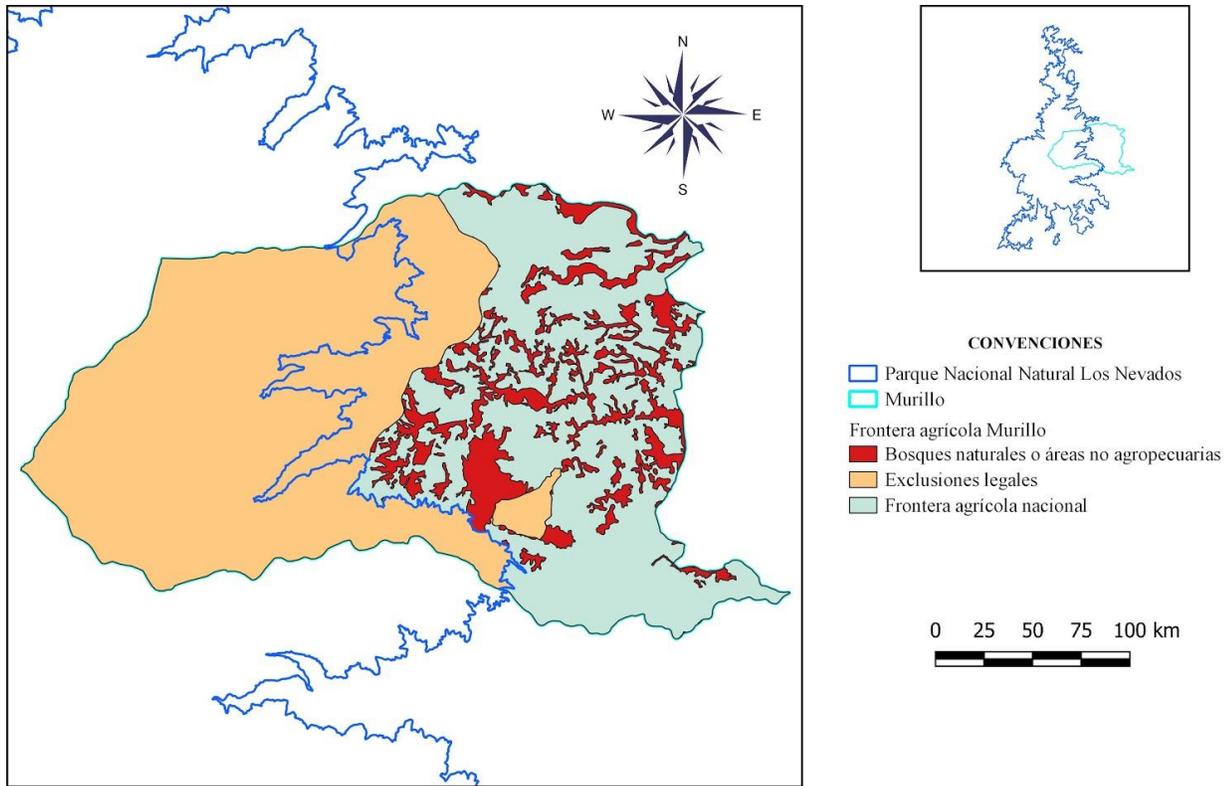


Figura 14. Frontera agrícola del municipio de Murillo, Tolima, Colombia. Fuente: Gómez y Ramírez (2019).

Para obtener el porcentaje de cambio de cada cobertura, se hizo un análisis de superposición entre los shapefiles de “Cobertura de la tierra 2005 – 2009” y “Cobertura de la tierra 2010 -2012”. Este proceso consiste en utilizar la herramienta “Combinación” para superponer dos capas, y tras el cruce de los polígonos, hallar nuevos polígonos que muestran las áreas dentro y fuera del cruce, permitiendo calcular el porcentaje de cambio que hubo entre cada cobertura (Environmental Systems Research Institute, 2016). De esta forma, las entidades de los nuevos polígonos se conforman de la intersección entre las coberturas de las capas originales y se le asignan los atributos de ambas capas. La Figura 15 explica este proceso.

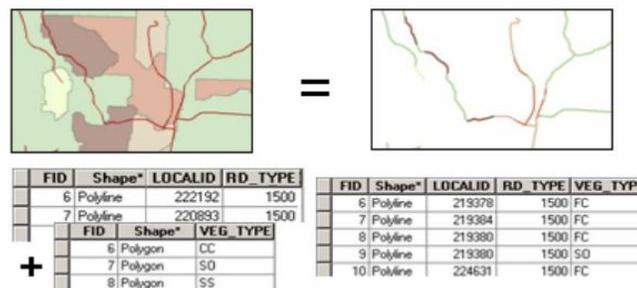


Figura 15. Ejemplo de proceso de superposición con herramienta “Combinación”. Fuente: ESRI. (2016).

El proceso de superposición se realizó a través de método de “Superposición de rásteres”, en este proceso, cada celda hace referencia a la localización geográfica de cada capa, permitiendo combinar características de varias capas en una sola, asignando valores numéricos a cada característica para combinar matemáticamente, mediante una suma, las capas y un valor a cada celda en la capa resultante (ESRI, 2016). La Figura 16 ejemplifica este proceso.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

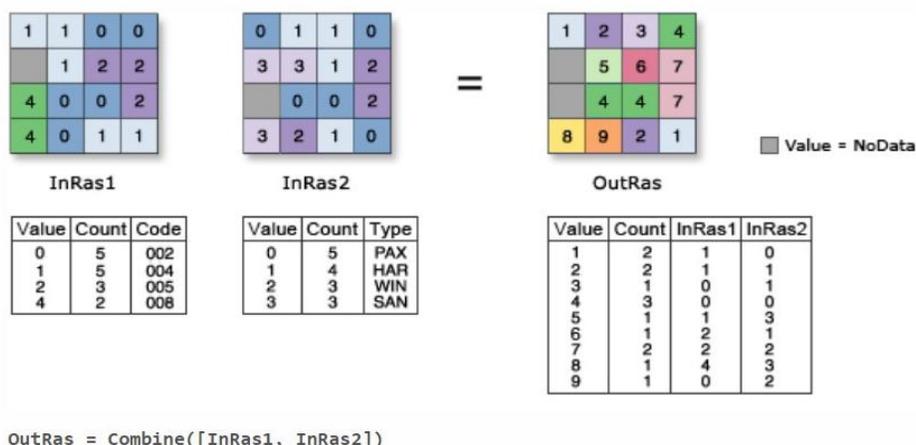


Figura 16. Ejemplo de asignación de valores y procesamiento matemático en el proceso de superposición de rásteres mediante la herramienta “Combinación”. Fuente: ESRI. (2016).

De modo que, para realizar el geoprocésamiento de las coberturas, primero se realizó su conversión de formato vectorial a ráster, utilizando la herramienta “Rasterizar”. Seguidamente, se utilizó la herramienta “Combinar” para asignar valores a las coberturas y llevar a cabo una suma de estos valores para generar una nueva columna de datos que realizó la diferencia entre el valor de área resultante y el área de las coberturas originales, reflejando este resultado en el porcentaje de cambio. Los resultados del geoprocésamiento entre las coberturas de las capas “Cobertura de la tierra 2005 – 2009” y “Cobertura de la tierra 2010 – 2012” se preguntan en el Anexo 6. tabla geoprocésamiento.

De esta forma, para realizar la propuesta de la delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, se tuvieron en cuenta factores importantes como la vocación del suelo, los conflictos que se presentan en su uso y los cambios presentados en el geoprocésamiento de las coberturas, siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras, delimitando esta zona con un área de aproximadamente 5052,5 ha destinada a uso mixto debido a la complejidad de procesos que se dan en el territorio, así, se define su uso como Zona de Mitigación y Contención, con el objetivo de mitigar y corregir las perturbaciones generadas por las actividades antrópicas que se desarrollan principalmente en la zona norte del área establecida, y como Zona de Protección, con el objetivo de conservar los ecosistemas de bosques y arbustales presentados en la zona sur del área establecida (PNN, 2008), tal como puede observarse en la Figura 13.

6.6. Tercer objetivo específico: Proponer estrategias ambientales para el uso de la zona amortiguadora en el páramo de Murillo.

Técnica e instrumentos: Después de analizar la información recopilada de los anteriores objetivos se procede a proponer las medidas de manejo sostenible de la zona de amortiguamiento del páramo, por lo que se tiene en cuenta las fuentes de información secundaria como lo es la FAO, WOCAT, tesis encontradas acerca de restauración de páramos y entre otras. Finalmente, se adaptan las fichas de plan de manejo ambiental por cada actividad antrópica identificada en la matriz de Leopold y Conesa.

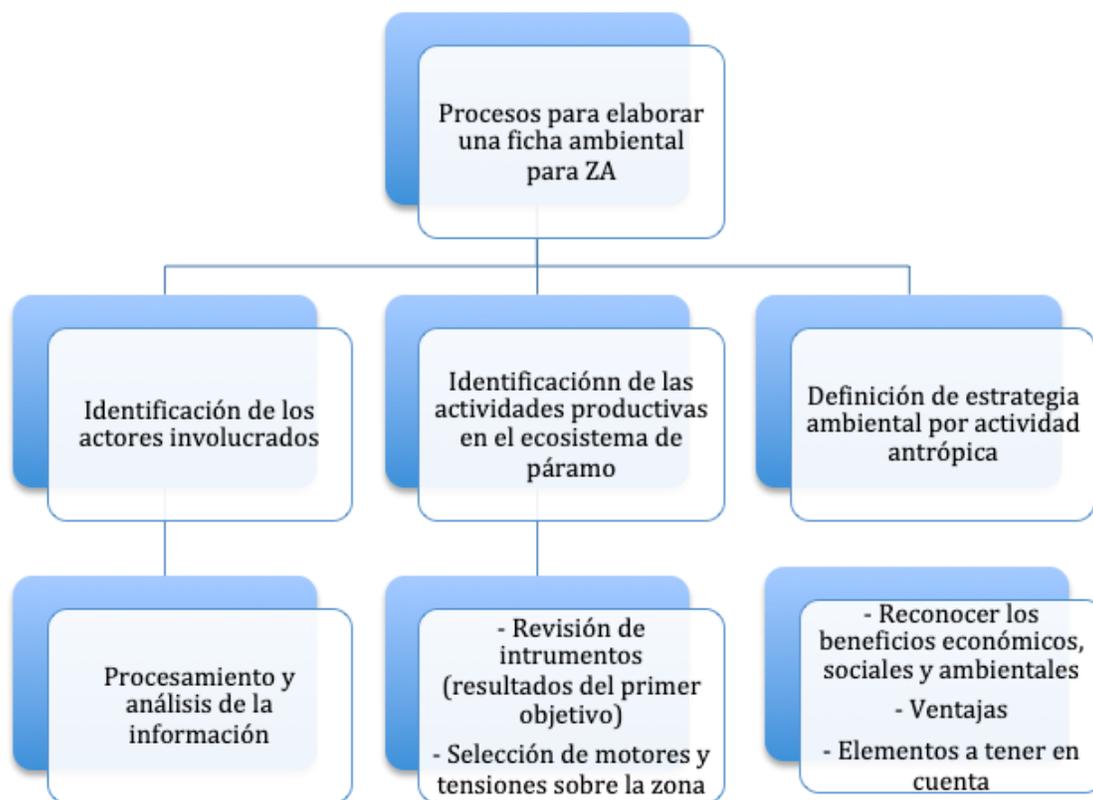


Figura 17. Metodología para la elaboración de fichas ambientales para la ZA del páramo de Murillo. Fuente: Gómez y Ramírez, 2019.

7. Aspectos Éticos

Para el desarrollo del presente documento no se implementó ningún dato suministrado por los habitantes del páramo de Murillo, Tolima. Cabe resaltar que el presente trabajo de investigación pretende en el futuro contar con el apoyo de la Universidad El Bosque para presentar la monografía a Parque Nacionales Naturales de Colombia (PNN), específicamente al complejo de los Nevados y al municipio; para iniciar una fase de ejecución conjunta y así poder generar un artículo científico del mismo. Finalmente, el documento no presenta información confidencial de la cual impida su publicación.

8. Resultados, Análisis y Discusión

A continuación, se presentan los resultados de cada uno de los objetivos propuestos en la investigación “Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema”.

8.1. Objetivo específico uno

El diagnóstico está conformado primeramente por una matriz de chequeo teniendo en cuenta los aspectos propuestos en la Matriz Leopold la cual nos permitió identificar por medio de fuentes secundarias el impacto de las actividades productivas en los factores ambientales del páramo de Murillo, Tolima. El cual se encuentra como ANEXO 5.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Tabla 7. Resumen de resultados de la matriz de chequeo - Leopold

		2002	2009	2011	2016	2018
<p style="text-align: center;">FACTORES AMBIENTALES</p> <p style="text-align: center;">VECTORES DE ACCIÓN</p>		Estudio del Estado Actual y Plan de Manejo de los páramos del departamento del Tolima	Estudio del Estado Actual y Plan de Manejo de los páramos del departamento del Tolima	Plan Local de Emergencias y Emergencias PLECS	Es preocupante cómo la actividad agropecuaria se está devorando las zonas ambientales en el Tolima	“Es un tema que aún está en incertidumbre “alcaldesa de Murillo
		Medio Físico	Geosférico	Conservación del área de páramo	x	
		Disminución del área de páramo		x		
		Degradación				
		Compactación	x			
		Cambio de uso del suelo por disposición de residuos sólidos	x			x
		Cambio de uso del suelo				
		Modificación de la composición microbiana				
		Pérdida de materia orgánica				
		Afectación a áreas de conservación	x			
	Hidrología	Nacimientos de agua	x			
		Contaminación del recurso hídrico				

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

		Pérdida de servicios ecosistémicos		x	
		Mayor demanda de insecticidas y fungicidas			
	Atmósfera	Contaminación por material particulado			x
		Contaminación por material particulado			x
Medio Biótico	Vegetación	Afectación a la flora local		x	x
		Disminución de especies de flora y producción forestal			
		Disturbios por especies invasoras			
		Remoción/Disminución de la cobertura vegetal			
	Fauna	Destrucción de hábitats		x	
		Alteración de hábitats de fauna silvestre			x
Medio Cultural	Socioeconómico	Afectación a la salud humana			x
1		Transformación sociocultural	x		
		Expansión de la frontera agrícola	x		
		Generación de expectativas económicas en la población	x		

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

	Generación de empleo		
	Expansión urbanística		
	Violencia social		
	Conflictos entre la comunidad y el proyecto		x
	Desigualdad social		
	Seguimiento inadecuado del POT		x
Paisaje	Contaminación visual		x
	Afectación al paisaje		x

Fuente: Gómez y Ramírez, 2018.

Seguidamente, se presentan los resultados obtenidos en la Matriz de Conesa, en donde se identificó como impacto crítico la disminución del área del páramo y expansión de la frontera agrícola (ver ANEXO 5). Por lo tanto, se tuvo en cuenta las actividades antrópicas identificadas en la Matriz de Chequeo-Leopold.

Tabla 8. Resumen de resultados de la Matriz causa - efecto Conesa.

Dimensión	Año	Título de la publicación	Aspecto	Impacto	Importancia
Ecológico	2011	Plan Local de Emergencias y Emergencias PLECS	Flora y fauna	Afectación a la flora local	63
	2016	Es preocupante cómo la actividad agropecuaria se está devorando las zonas ambientales en el Tolima	Ocupación del territorio	Disminución del área del páramo	59
	2018	“Es un tema que aún está en incertidumbre”: alcaldesa de Murillo	Generación de residuos sólidos, productos químicos y metálicos	Cambio de uso del suelo por disposición de residuos sólidos	49
Dimensión	Año	Título de la publicación	Aspecto	Impacto	Importancia
Social	2002	Estudio del Estado Actual y Plan de Manejo de los páramos del departamento del Tolima	Ocupación del territorio	Expansión de la frontera agrícola	76

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

	2009	Estudio del Estado Actual y Plan de Manejo de los páramos del departamento del Tolima	Suelo	Afectación a áreas de conservación	64
	2016	Es preocupante cómo la actividad agropecuaria se está devorando las zonas ambientales en el Tolima	Ordenamiento territorial	Seguimiento inadecuado del EOT	74
Económica	2002	Esquema de Ordenamiento Territorial Murillo Tolima	Ocupación del territorio	Disminución del área del páramo	62
	2009	Tolima base municipal de cultivos 2001 - 2007	Ocupación del territorio	Expansión de la frontera agrícola	68
	2011	Plan Local de Emergencias y Emergencias PLECS	Flora	Disturbios por especies invasoras	41

Fuente: Gómez & Ramírez, 2018.

La revisión de información sobre la ocupación del área del páramo de Murillo, Tolima por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias durante los años 2002, 2006, 2009, 2011, 2015, 2016 y 2018 mostró que el municipio se caracteriza principalmente en actividades productivas como lo es el cultivo de papa y la ganadería extensiva; además se identificó que dichas actividades generan impactos/cambios sobre factores ambientales del ecosistema de páramo, como la disminución del área de conservación del mismo, pérdida de servicios ecosistémicos, afectación al paisaje, entre otros.

En la dimensión ecológica de la matriz de causa-efecto de Conesa se evidenció que el principal impacto calificado como “Crítico” es el generado por los incendios sobre las especies de flora del ecosistema de páramo, ya que su recuperabilidad y reversibilidad es nula, debido a la muerte de las especies vegetales, las cuales son de un crecimiento lento (de 1 a 2,5 cm por año) (Mendoza A. & Martínez J., 2011). El segundo impacto “Crítico” se debe a la ocupación del territorio por actividades agropecuarias, es un impacto mitigable a mediano plazo, pero requiere de la implementación de estrategias de manejo sostenible de los sistemas productivos allí presentes, al ser un impacto con alto sinergismo, tiene gran intensidad e importancia debido a que tras la ocupación del área de páramo por dichas actividades, se derivan otros impactos dependiendo de la actividad en cuestión. Dentro de la dimensión social se encontró que el mayor impacto, calificado como “Severo” es la expansión de la frontera agrícola debido a la ocupación del territorio y la transformación de las actividades productivas por la implementación de prácticas de colonización; lo que genera una disminución progresiva del área del páramo y el aumento de la zona de amortiguamiento, con nula reversibilidad y recuperabilidad; no obstante, migrando a un manejo sostenible de los recursos del área puede prevenirse la continuación de la expansión; así mismo, este impacto tiene un alto sinergismo con el inadecuado seguimiento de los lineamientos de plan de ordenamiento territorial del municipio, al cual se le dio una calificación de “Crítico”. Puede entenderse este impacto como causa de la ocupación y la transformación del territorio,

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

la falta de capacitación y control de las actividades antrópicas en las zonas rurales ha coadyuvado en el asentamiento de familias y comunidades en áreas destinadas a la conservación (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2017). No obstante, en la dimensión económica, el mayor impacto encontrado fue la expansión de la frontera agrícola debido a modelos productivos de papa, calificado como “Crítico”, ya que, a pesar de tener un impacto positivo en la generación de empleo en la población, al no presentarse un control y seguimiento adecuados, se ha expandido creando parches agrícolas y alterando las condiciones del suelo y subsuelo debido a la implementación de agroquímicos.

8.2. Objetivo específico dos

La Figura 18 muestra la propuesta de delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, la cual se realizó teniendo en cuenta los conflictos que se presentan actualmente en el territorio, dado que principalmente son tierras sobreexplotadas por el pastoreo y prácticas agrícolas y la vocación del suelo de esta zona es principalmente forestal. De este modo, la delimitación se estableció de acuerdo con las necesidades y oportunidades del territorio, encontradas en la revisión de fuentes secundarias, presentadas en la Tabla 7 y la Tabla 8, y los lineamientos definidos en los instrumentos de ordenamiento territorial, como el EOT de Murillo, y la definición de la frontera agrícola. Así, se definió un área de 5052,5 ha ubicada en el eje central del municipio, adyacente al límite definido del Parque Nacional Natural Los Nevados, en donde se encuentran coberturas de “Pastos limpios” y “Mosaico de pastos y cultivos” generados por prácticas agropecuarias, y parches de coberturas de “Herbazal”, “Arbustal” y “Bosque denso”, que son relictos del ecosistema natural del territorio, con el fin de contener la ocupación y transformación por actividades antrópicas y, conservar y preservar, dicho ecosistema.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

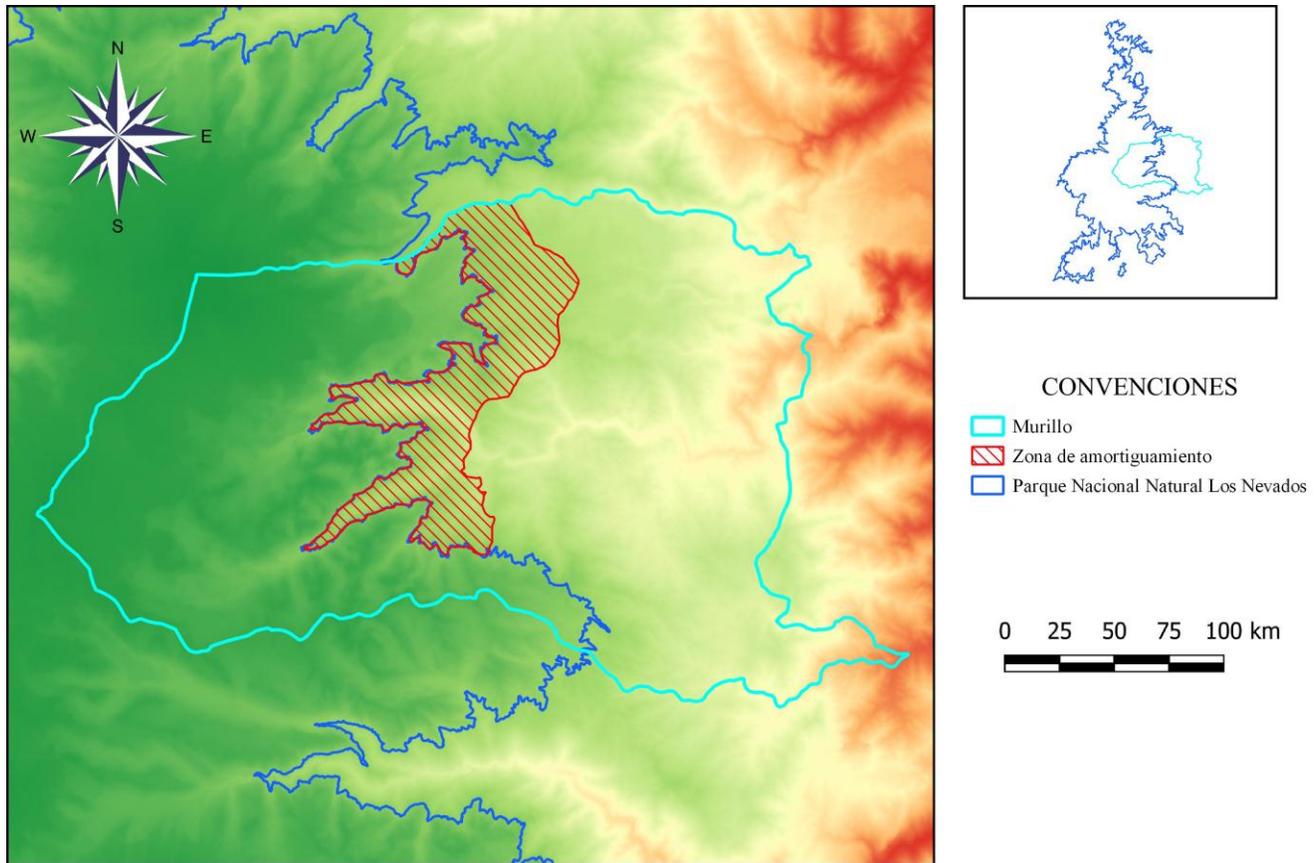


Figura 18. Propuesta de delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima, Colombia. Gómez, & Ramírez. (2019).

Al observar los atributos de la capa “Cobertura de la tierra 2000 – 2002” se evidencia que la cobertura con mayor área es la de “Pastos limpios” con 82,3 Km², esta cobertura corresponde a tierras con realización de prácticas de manejo (alistamiento, fertilización, limpieza, etc.) que no permiten el desarrollo de otras coberturas (Aguilar D., Cabrera E., Castellanos H., Corredor L., Cruz A., Valencia C., et al., 2010), esta cobertura ocupa gran parte del área con exclusiones legales de la frontera agrícola situadas después del límite del Parque Nacional Natural Los Nevados, como se observa en la Figura 15, en donde también se evidencian mayormente las coberturas de “Mosaico de pastos con espacios naturales” y “Vegetación secundaria o en transición”, que según la Metodología Corine Land Cover (2010) son originadas por el proceso de sucesión de la vegetación natural por la intervención en zonas desmontadas para diferentes usos, lo que da indicios de procesos de intervención en las coberturas para el alistamiento de las tierras para actividades agropecuarias en ese periodo de tiempo.

No obstante, en la capa “Cobertura de la tierra 2005 – 2009” se evidencia que las coberturas presentes en la zona de exclusiones legales que no hace parte del territorio del Parque Nacional Natural Los Nevados son las de “Pastos limpios” con un área de 59,4 Km² y “Mosaico de pastos y cultivos” con un área de 8,04 Km², en las zonas donde anteriormente se daban prácticas de alistamiento de tierras, lo que refleja la expansión de las actividades agropecuarias fuera de la limitación de la frontera agrícola del municipio para ese periodo de tiempo, expuesto también en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Murillo:

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

“Predomina la explotación de ganadería de doble propósito, la cual contamina el agua mediante el arrastre de heces fecales y erosión. Se observa en los cultivos de papa y arveja principalmente en el sector rural y hortícola en el sector urbano.” (Alcaldía Municipal de Murillo, 2002).

De igual forma, en la capa “Cobertura de la tierra 2010 – 2012” se refleja la misma tendencia de ocupación de la zona con exclusiones legales fuera del Parque Nacional Natural Los Nevados por la expansión de “Pastos limpios” con un área de 169, 6 Km² destinados a procesos de alistamiento de tierras, pero evidencia una disminución de la transformación del territorio por actividades agropecuarias, habiendo una reducción de la cobertura de “Mosaicos de pastos y cultivos” a un área de 4,6 Km².

De este modo, se reflejan conflictos por el uso de la tierra, ya que según el mapa de vocación de uso del suelo (Figura 13), el área de exclusión de la frontera agrícola tiene vocación forestal y para la conservación debido a las condiciones del suelo, esto puede contrastarse al realizar observaciones del mapa de conflictos por el uso del suelo (Figura 14), en donde se evidencia que los principales conflictos que se presentan en el área son los asociados a áreas de pastos pantanosos, asociados a cultivos de leguminosas, utilizadas para enriquecer de nitrógeno el suelo para el favorecimiento de prácticas agrícolas y la alimentación de ganado (Shelton M., 2000), al igual que sobreutilización severa debido a usos inadecuados que no están de acuerdo con la vocación del suelo (Salas J., Valenzuela J., 2011), Según el IGAC (2016) el 44,5% de los suelos presenta usos inadecuados por sobreutilización de la tierra.

De acuerdo con el resultado del geoprocesamiento, presentado en el Anexo 6 tabla de geoproceso puede evidenciarse un cambio de 81% en la cobertura de “Pastos limpios” de la capa de “Cobertura de la tierra 2005 – 2009” en territorios en los cuales predomina la cobertura de “Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales” en la capa de “Cobertura de la tierra 2010 – 2012”, de igual forma pasa con las coberturas de “Herbazal” en 2005, donde se refleja un cambio de 57% en territorios en los que se encuentra mayormente la cobertura de “Mosaico de pastos y cultivos” en 2010, y en las coberturas de “Arbustal” y “Bosque denso” presentado en 2005, con cambios de 39%, 47% en territorios en los cuales se presentan coberturas de “Vegetación secundaria o en transición” en 2010. Estos cambios reflejan un proceso de ocupación y transformación del territorio en estos periodos de tiempo, expuesto por el IGAC en el 2016, que genera una disminución progresiva del área del páramo y permite la expansión de la frontera agrícola, lo cual puede contrastarse con la información presentada en la Figura 15.

Así, la delimitación propuesta para la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, expuesta en la Figura 18 se fundamenta en la conservación del ecosistema siguiendo los lineamientos de ordenamiento territorial, y se enfoca en la productividad del suelo de acuerdo a su vocación, principalmente forestal y agroforestal, buscando contener y mitigar los impactos generados por procesos de ocupación y transformación del territorio por actividades antrópicas, según lo evidenciado en la cobertura de la tierra, siendo una herramienta para la resolución del conflicto de uso del suelo por sobreexplotación y favoreciendo el desarrollo de prácticas sostenibles.

8.3. Objetivo específico tres

La zona de amortiguación y manejo especial es aquella área de transición entre el paisaje antrópico y las zonas de conservación, o entre aquél y las áreas especiales para la protección (Paredes-leguizamón, 2014). Por esta razón, en este apartado del documento se establecen las estrategias ambientales para el uso de la zona amortiguadora en el páramo de Murillo, dirigida a la población de influencia, autoridades ambientales, organizaciones del sector productivo (Frutimor, Lácteos del Ruiz y Papicultores del Ruiz), PNN y actores de interés en zonas de influencia del páramo. De acuerdo con la EVA (2014) la producción de papa en el departamento del Tolima fue de 20.395 ton en el 2013 del cual 6.720 ton de producción pertenecen al municipio de Murillo con una cantidad de hectáreas sembradas de 300. Por otro lado, en las zonas altas de los municipios, se destacan los pastos como la matriz de paisaje dedicados principalmente a la ganadería extensiva de doble propósito, siendo 40.269 total de bovinos para el departamento y 14.549 para el municipio (Instituto Alexander von Humboldt, 2017).

Con base en la información registrada en la matrices efecto-causa, Leopold y análisis multicriterio se establecieron las siguientes fichas de estrategias ambientales por actividad antrópica identificada:

Tabla 9. Estrategia ambiental para la agricultura en la zona de amortiguamiento del páramo.

FORMATO 001	
FICHA DE ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA SOSTENIBLE EN LA ZONA AMORTIGUADORA DEL PÁRAMO DE MURILLO, TOLIMA	
AÑO DE ELABORACIÓN: 2019	Número de ficha: 01
SECTOR ECONÓMICO: Agrícola	OBJETIVOS: Establecer estrategias ambientales para el desarrollo de actividades productivas sostenibles en la zona amortiguadora en el páramo de Murillo.
TIPO DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA: Cultivos de Papa, Habas, Cebolla.	
Motor	Tensiones
<ul style="list-style-type: none"> - Transformación directa y pérdida del ecosistema naturales o seminaturales. - Transformación de sistemas productivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliación de la frontera agrícola - Intensificación del uso agropecuario.

<p>Estrategia ambiental:</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Reforestación con especies de plantas nativas. En la cuenca media, donde se conserva vegetación natural como parches de bosques y pastos, se recomienda sembrar plantas nativas “a una distancia de 1,5m a 2,5 m entre árboles”. Se recomienda sembrar árboles en los sistemas de pastos para dar sombra y abrigo a plantas y animales (Pound, 1997). - Introducir o aumentar la densidad de especies facilitadoras nativas herbáceas de rápido crecimiento (p.e. macollas de gramíneas) a los sitios donde se dificulte la llegada de este tipo de vegetación, en laderas degradadas con alto riesgo de erosión y escasa capacidad de regeneración (Almeida Ferri., 2015). - Acuerdos formales de conservación, Estos acuerdos son realizados de forma inclusiva y participativa con actores directos e indirectos que estén ligados a la producción sostenible y a la conservación de áreas naturales altoandinas. Esto se traduce en la realización de reglamentos de uso y conservación a cambio de inversión que fomente el desarrollo sostenible de las actividades productivas de las comunidades de los páramos (Almeida Ferri., 2015). - Agricultura de conservación: La siembra directa implica la producción de cultivos sin preparación mecánica de la cama de siembra y con una alteración mínima del suelo desde la cosecha del cultivo anterior (FAO, 2019). - Cultivos de cobertura: "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)", se recomienda implementar <i>Medicago hispida</i> (Garrotilla) (FAO, 2019).
<p>Beneficios</p>
<p>Económicos</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la producción de cultivos. - Al reforestar en hilera como cortinas rompevientos se pueden proteger de forma natural pastos y cultivos. - Es posible llegar a acuerdos que generen inversiones para el desarrollo sostenible de sistemas de producción tradicionales o alternativos y así permitir estabilidad en los sistemas naturales para la provisión de servicios ambientales. - Reducción de costos, por ejemplo, los costos de combustible, funcionamiento de la maquinaria y mantenimiento, así como los derivados de la reducción de mano de obra. - Mayor eficiencia, en el sentido de mayor producción con menos insumos.
<p>Sociales</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Alianzas estratégicas empresariales y el trabajo basado en las necesidades mutuas para el beneficio común. - Se incrementa la capacidad de resistencia de los sistemas productivos a los efectos del cambio climático, lo que incrementa la capacidad de adaptación de las comunidades locales. - La medida aporta significativamente a la identificación de posibilidades para mejorar sus medios de vida, lo que incluye mejorar la organización comunal, la comunicación de sus miembros y la toma de decisiones en cuanto al manejo de sus recursos naturales en alianza con las organizaciones con las que se llegue a acuerdos sociales.
<p>Ambientales</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la escorrentía y la erosión, así como en la regulación de agua a través del suelo a las partes bajas de la montaña. - Elaboración de normas para el uso y conservación de los ecosistemas altoandinos y la aplicación de medidas para un manejo más amigable en unidades productivas con condiciones adaptadas a este fin. - Se puede cambiar la forma de manejo actual con formas más amigables de producción a través de acuerdos sociales enfocados a la conservación de recursos naturales y desarrollo sostenible. - Aumento de la materia orgánica. - Conservación del agua en el suelo.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Ventajas	Para tener en cuenta
<p>- Recuperación de los ecosistemas de páramo y los bosques altoandinos que aumenta la capacidad de adaptación de las comunidades, incrementando el nivel de los servicios que ofrecen estos ecosistemas y fortaleciendo los sistemas de producción ante los efectos negativos del cambio en el clima. - Potencia la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el uso de nutrientes, así como a la mejora y sostenibilidad de la producción de cultivos.</p> <p>- Simplicidad: No hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados.</p> <p>- Bajo riesgo: El tamaño grande de las semillas de muchas especies (por ejemplo, Canavalia, Mucuna, Vicia faba) facilita la siembra y reduce los riesgos de establecimiento.</p>	<p>- La preparación del suelo para la siembra o la plantación sin labranza consiste en cortar o aplanar la maleza, los residuos de cultivos anteriores o los cultivos de cobertura; o rociar herbicidas para el control de la maleza y sembrar directamente a través del recubrimiento orgánico. Los residuos de cultivo se mantienen o bien en su totalidad o bien en una cantidad adecuada para garantizar la cobertura completa del suelo, y los fertilizantes y enmiendas se esparcen a voleo sobre la superficie del terreno o se aplican durante la siembra.</p> <p>- Se necesita un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y los cultivos asociados.</p> <p>- Requerimientos altos de mano de obra para el establecimiento y el corte del cultivo de cobertura podría coincidir con actividades que demandan mano de obra.</p>

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019.

Tabla 10. Estrategia ambiental para la ganadería en la zona de amortiguamiento del páramo.

FORMATO 001	
FICHA DE ESTRATEGIA AMBIENTAL PARA LA SOSTENIBLE EN LA ZONA AMORTIGUADORA DEL PÁRAMO DE MURILLO, TOLIMA	
AÑO DE ELABORACIÓN: 2019	Número de ficha: 02
SECTOR ECONÓMICO: Ganadería	OBJETIVOS: Establecer estrategias ambientales para el desarrollo de actividades productivas sostenibles en la zona amortiguadora en el páramo de Murillo.
TIPO DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA: Ganado bovino de cría y levante (sistema extensivo).	
Motor	Tensiones
- Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas.	<p>- Ampliación de la frontera agrícola.</p> <p>- Intensificación del uso agropecuario.</p> <p>- Siembra de especies exóticas para uso pecuario.</p>

<p style="text-align: center;">Estrategia ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none">- Zonificación ganadera basada en la capacidad de carga animal. Permite aprovechar de forma sustentable los pastos ya plantados sin tocar la vegetación natural. Se aplican cálculos para conocer la capacidad máxima de los pastos y así definir la cantidad de ganado que puede soportar sin que se alteren sus condiciones naturales (suelo, vegetación, etc.) (FAO, 2019).- Acuerdos formales de conservación (Cabrera & Ramírez, 2014).- Cultivos de cobertura para la alimentación ganadera, se recomienda Trébol blanco para bovinos (Cabrera & Ramírez, 2014).- Implementación de sistemas silvopastoriles, para ellos se recomienda para la ganadería de leche se encuentra el aliso o cerezo (<i>Alnus acuminata</i>) gran fijador de nitrógeno atmosférico, el arboloco (<i>Montanoa quadrangularis</i>) (Murgueitio, Zuluaga, Galindio, Uribe, & Rivera, 2013).
Beneficios
Económicos
<ul style="list-style-type: none">- Mejora en la producción de pastos.- Se produce una mejora en la genética del ganado, las praderas, la venta de producto y la protección de fuentes de agua en la cuenca alta para mejorar las condiciones en las partes medias y bajas.- Es posible llegar a acuerdos que generen inversiones para el desarrollo sostenible de sistemas de producción tradicionales o alternativos y así permitir estabilidad en los sistemas naturales para la provisión de servicios ambientales.
Sociales
<ul style="list-style-type: none">- Alianzas estratégicas empresariales y el trabajo basado en las necesidades mutuas para el beneficio común.- Se producen alianzas estratégicas empresariales públicas y privadas y se fomenta el trabajo en las necesidades mutuas para el progreso común.- La medida aporta significativamente a la identificación de posibilidades para mejorar sus medios de vida, lo que incluye mejorar la organización comunal, la comunicación de sus miembros y la toma de decisiones en cuanto al manejo de sus recursos naturales en alianza con las organizaciones con las que se llegue acuerdos sociales.
Ambientales
<ul style="list-style-type: none">- Abastecimiento de agua regular en las épocas secas.- La práctica identifica unidades con condiciones para la conservación. Al mejorar las condiciones de suelo, agua, captura de carbono y cobertura vegetal, se crea un escenario estable de conservación. Además, incluye temas de riesgo y vulnerabilidad ligados al desarrollo y adaptación en las zonas altas de los Andes.- Los acuerdos sociales pueden ser impulsados con la inversión de esta práctica.- Se puede cambiar la forma de manejo actual con formas más amigables de producción a través de acuerdos sociales enfocados a la conservación de recursos naturales y desarrollo sostenible.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

Ventajas	Para tener en cuenta
<p>- El ordenamiento de las actividades productivas enfocadas a la conservación del suelo permite restaurar las condiciones físicas y químicas del suelo y, con obras adecuadas, aminorar la escorrentía y mejorar la infiltración en pocas secas.</p> <p>- La medida incluye técnicas en implantación de cortinas y cercas naturales, mejoramiento de pastos, mejoramiento de nutrición del ganado y rotación de estos. Se llevan a cabo acuerdos sociales a cambio de inversión de tecnología para la finca y conservación de páramos</p> <p>- Al disminuir la presión del ganado en el páramo y en las riberas de los ríos, se reduce la presión y se favorece su conservación. Se puede llegar a acuerdos sociales a través de materiales para las fincas a cambio de no dejar libre el ganado.</p>	<p>Son necesarios bebederos de agua (manguera-bebederos), mejoramiento de pastos (semillas, abonos, fertilizantes), rotación de pasto (mapa de potreros, cercas), establos móviles, cercas eléctricas (de ser necesario), sitio para ordeño, tanques de reserva para bebederos y tanques de enfriamiento.</p>

Fuente: Gómez y Ramírez, 2019.

Aproximadamente 70% de la población colombiana vive en la zona andina de Colombia desde hace aproximadamente 100 años. Los páramos ubicados en las partes altas de las cordilleras de los andes han sido habitados tradicionalmente por comunidades indígenas y campesinas. Estas comunidades son en su mayoría pequeños propietarios que se dedican a la agricultura y la ganadería o que, en algunos casos, alquilan sus predios o su trabajo, o comprometen su producción con industrias paperas, mineras y lecheras, entre otras (Rodríguez, et al., 2012).

Estas características de poblamiento y cambio del uso de la tierra a causado que muchos de los paisajes de los páramos que anteriormente estaban cubiertos por frailejones, pajonales o inmensos humedales, se hayan convertido en paisajes rurales, es decir, en pequeñas y grandes parcelas de cultivos o pastos (Rodríguez, et al., 2012).

Para la planificación regional es importante la dinámica espacial en las comunidades de ecosistemas de páramos ya que estos perciben los cambios en el régimen de lluvia y temperatura; además reconocen que el cambio climático aumenta su vulnerabilidad (Almeida Ferri., 2015). Por esta razón, nace la necesidad de desarrollar estrategias de conservación para la zona amortiguadora del páramo de murillo, tolima para que las comunidades de zonas de alta montaña enfoquen su interés hacia el desarrollo de prácticas alternativas que permitan su adaptación a los efectos del cambio climático con el objetivo de reducir su vulnerabilidad.

Dichas prácticas con una finalidad adaptativa dirigidas a la conservación son de carácter emergente, dinámico y cambiante, desde una perspectiva basada en el desarrollo de medios de vida sostenibles, la implementación de buenas prácticas se refiere a la aplicación de una o más actividades y acciones en la zona de influencia, en las cuales participa una persona o un colectivo con un mismo fin, en este caso, relacionado al bienestar familiar y la conservación de los recursos naturales de los ecosistemas de alta montaña (Almeida Ferri., 2015).

Los esfuerzos de restauración en los páramos del país son escasos y carecen de un buen registro de información, exceptuando la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá. La distribución de las experiencias de restauración a lo largo del país, reseña también distintos tipos de disturbios, siendo el pastoreo una de las acciones con mayor prevalencia en las zonas de páramo (Instituto Alexander von Humboldt & Rivera, 2013) . Por lo tanto, con las fichas de las estrategias ambientales para las actividades productivas en zona amortiguadora del páramo de Murillo se estaría dando cumplimiento a la reforma de la constitución que postula nuevos principios de gestión ambiental como es “La prevención y control de los factores de deterioro ambiental, la imposición de las sanciones legales y la exigencia de reparación de los daños causados” (Art. 80) y la implementación del Plan Verde, el cual tiene como objetivo la restauración de ecosistemas degradados y promover la reforestación protectora, priorizando zonas que sean estratégicas en brindar servicios ambientales básicos y zonas de significancia para la economía del país (Instituto Alexander von Humboldt & Rivera, 2013).

9. Conclusiones

- La información recolectada sobre la ocupación del área del páramo de Murillo, Tolima por actividades antrópicas a partir de fuentes secundarias, indica que la disminución del páramo está siendo causada por el sector agropecuario del municipio, el cual tiene un efecto moderado sobre la zona para la conservación. Además, se evidencia que debido a los procesos de migración que ha tenido el municipio en las últimas décadas, ha tenido como consecuencia el incremento de la expansión agrícola, causando un efecto severo en la zona de amortiguamiento del páramo.
- Es importante resaltar que, para establecer la zona de amortiguamiento del páramo, primero hay que tener una evaluación de impacto ambiental de las actividades antrópicas que se presentan en la zona de influencia, ya que esto ayudó a entender el comportamiento de la expansión agrícola en la zona de conservación.
- La ocupación y transformación del área del páramo de Murillo a través de los periodos de tiempo estudiados se ha dado principalmente por procesos de alistamiento de tierras para el desarrollo de actividades agropecuarias que reflejan la ausencia de asesoría técnica y educación ambiental sobre el ordenamiento territorial y las necesidades de conservación del Parque Nacional Natural Los Nevados.
- La delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima, refleja que, a pesar de la presencia de actividades antrópicas y degradación del ecosistema en la zona norte del área definida, en la zona sur se encuentran ecosistemas en estado de conservación, por lo cual es necesario establecer estrategias para su preservación.
- La implementación de las estrategias ambientales requiere un cambio de estilo de vida de la población de influencia en la zona de amortiguamiento y un presupuesto para la incorporación de las actividades establecidas en cada ficha.
- Es necesarios realizar alianzas con las autoridades ambientales para la evaluación y seguimiento de las estrategias, además se requiere de un constante acompañamiento de parte de estas para empoderar a las personas que se encuentran sobre la zona de amortiguamiento o aledañas a ésta, para que se concienticen acerca de la protección del ecosistema de páramo.

10. Recomendaciones

- Para lograr hacer una verificación y un análisis con mayor especificidad sobre los impactos que se generan en el territorio del páramo de Murillo, es necesario realizar un levantamiento de campo que permita conocer las coberturas de la tierra a un nivel 4 según la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.
- La administración municipal del municipio del Tolima deberá ejercer actividades deberá actualizar el EOT del municipio para incorporar la debida delimitación del ecosistema de páramo y zona amortiguadora como zona mitigación y contención.
- Desarrollar programas de educación ambiental con el fin capacitar y sensibilizar a la comunidad con influencia en la zona de amortiguamiento acerca de la importancia de la protección del páramo y los servicios ecosistémicos que brinda a nivel local y regional.
- En el caso de las actividades agropecuarias ubicados en la parte alta de la montaña los cuales están afectando al ecosistema de páramo es aconsejable seguir las estrategias ambientales expuestas en los resultados del presente documento.
- Es pertinente realizar la debida presentación del presente documento a la comunidad para informar acerca de la existencia de la zona amortiguadora y su función. De igual manera, para que se apropien de su territorio y ejecuten las estrategias ambientales para la conservación del páramo de Murillo, Tolima.
- En cuanto a la implementación de algunas de las estrategias ambientales expuestas en las fichas, es importante tener en cuenta que una vez sembradas las plantas se debe dedicar tiempo y trabajo a su cuidado y mantenimiento, ya que el traslado y el trasplante de las plántulas siempre las hace vulnerables al clima.

11. Bibliografía

- Aguilar, D., Montenegro, E., Castellanos, H., Corredor, L., Cruz, A., Valencia, C., ... Rozo, D. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Retrieved from http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762
- Almeida Ferri., M. (2015). Adaptándose en los páramos. Prácticas productivas para la conservación del páramo y la adaptación al cambio climático en sus comunidades. UICN, Quito, Ecuador.
- Cabrera, M., & Ramírez, W. (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)., Bogotá, D.C. Colombia.
- Cáceres, I. (2015). Glosario. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Retrieved from <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4699/2/CáceresPulidoIngridViviana2015Anexo-1.pdf>
- Cámara de Comercio de Ibagué. (2017). Informe situación económica de la región 2016. Retrieved from https://www.google.com.co/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiP3bS8jeDeAhUBjVkkHUBMDpUQjhx6BAGBEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.ccibague.org%2Findex.php%2Ffiles%2F59%2FInvestigaciones-y-Publicaciones-2017%2F123%2Finforme-sic-2016-version-final.pdf&psig=AOvVaw2KAsVMezLstWgU_ZD7xz2b&ust=1542704824483334
- Congreso de Colombia. (2018). Ley 1930 de 2018. Retrieved from [http://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/7_LEYES/LEYES%202018%20\(1877-\)/Ley%201930%20de%202018%20\(Dicta%20disposiciones%20para%20la%20gestión%20integral%20de%20los%20páramos%20en%20Colombia\).pdf](http://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/7_LEYES/LEYES%202018%20(1877-)/Ley%201930%20de%202018%20(Dicta%20disposiciones%20para%20la%20gestión%20integral%20de%20los%20páramos%20en%20Colombia).pdf)
- Congreso de la República de Colombia. (2011). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 tomo II. Retrieved from www.colaboracion.dnp.gov.co: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND2010-2014%20Tomo%20II%20CD.pdf>.
- Cortés, J., & Sarmiento, C. E. (2013). Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt*. Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31458#.WwYqtgebLwc.mendeley>
- CORTOLIMA, & CORPOICA. (2009). Estudio de estado actual (EEA) y plan de manejo (PM) de los páramos del departamento del Tolima. Retrieved from https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/Paramos/estudio_estado_actual_paramos_en_Dpto.pdf
- CORTOLIMA. (2013). Determinantes y asuntos ambientales a considerar en los Planes de Ordenamiento Territorial, 273.
- Environmental Systems Research Institute. (2016). Análisis de superposición. Retrieved from <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/commonly-used-tools/overlay-analysis.htm>
- FAO. (2019). Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. Obtenido de Agricultura de conservación: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/impact/es/>
- FENALCE. (2018). Boletín agroclimático para el cultivo de leguminosas en la región andina Enero 2018, 2017–2019. Retrieved from <https://www.fenalce.org/archivos/boletinLegumEnero2018.pdf>
- Gobernación del Tolima, & Secretaría de Planeación y TIC. (2014). Estadísticas 2011 - 2014 Murillo. Retrieved from <https://www.tolima.gov.co/descargar.php?idFile=2480>
- Greenpeace. (2013). Páramos en Peligro- El Caso de la minería de Carbón en Pisba. *Greenpeace Org.*, 32. Retrieved from http://www.greenpeace.org/colombia/Global/colombia/images/2013/paramos/12/Informe_Páramos_en_peligro.pdf
- Hernández, S.R., Fernández, C.C., Baptista, L. M. (2010). Metodología de la investigación. *McGraw-Hill/ Interamericana Editores*, México D.F.
- IAvH. (2012). Complejo de Páramos Los Nevados Distrito Viejo Caldas - Tolima Sector Cordillera Central CC-CT-NVS. Obtenido de Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia. Convenio

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

- Interadministrativo de Asociación 11-103, Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Esc 1:100.000. Bogotá D.C. Colombia.: [http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/22CC-CT-NVS\(Nevados\).pdf](http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/22CC-CT-NVS(Nevados).pdf)
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales. (2010). 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. República de Colombia.
- Instituto Alexander von Humboldt. (2017). Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos de Los Nevados a escala 1:25.000. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Fondo Adaptación. Obtenido de http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31549/DR_LosNevados.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Instituto de Ciencias Biomédicas. (2014). Introducción en áreas naturales protegidas. *Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez*. Retrieved from [http://www.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas_tecnicas/4 ANPs ficha tecnica Corregida sin logo.pdf](http://www.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas_tecnicas/4_ANPs_ficha_tecnica_Corregida_sin_logo.pdf)
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, & CORTOLIMA. (2016). Convenio de Cooperación No. 13-13-014-228CE Instituto Humboldt – Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, 014(13).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016). Es preocupante cómo la actividad agropecuaria se está devorando las zonas ambientales en el Tolima. Retrieved from <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/es-preocupante-como-la-actividad-agropecuaria-se-esta-devorando-las-zonas-ambientales-en>
- MADS. (2019). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2019. Obtenido de Páramos. Representatividad del Ecosistema de Páramo en Colombia: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/410-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-12>
- Márquez, G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. *Revista de La Sociedad Geográfica de Colombia*, 133, 87–103.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Evaluación de los ecosistemas del milenio. Obtenido de <https://www.millenniumassessment.org/es/About.html#1>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Identificación general de la frontera agrícola en Colombia. Retrieved from [https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION GENERAL DE LA FRONTERA .pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION_GENERAL_DE_LA_FRONTERA.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Identificación general de la frontera agrícola en Colombia. Retrieved from [https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION GENERAL DE LA FRONTERA .pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION_GENERAL_DE_LA_FRONTERA.pdf)
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Decreto 2372 del 2010. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). Resolución 769 de 2002. Retrieved from <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002resolucion769.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). Decreto 216 de 2003. Retrieved from <http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/Microsoft%20Word%20-%20DecretoLey216de2003Ministeriodeambiente.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2018). Resolución 886 de 2018. Retrieved from <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/33-res%20886%20de%202018.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. (1994). Ley 165 de 1994. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Politica-Nacional-de-Biodiversidad/3355_ley_0165_091194.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. (1997). Ley 356 de 1997. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0356_1997.pdf
- Murgueitio, E., Zuluaga, A., Galindio, W., Uribe, F., & Rivera, J. (2013). Los sistemas silvopastoriles (SSPi) en el trópico de altura son una herramienta para la adaptación de la lechería al cambio climático.

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

- Novoa, J. (2017). Análisis de la degradación de los páramos debido a las actividades productivas en este ecosistema. *Universidad Militar Nueva Granada*. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/17229/3/NovoaUsaquénJeffersonFabián2017.pdf>
- OCAMPO OSORIO, L. (2009). ESTUDIO DE ESTADO ACTUAL (EEA) Y PLAN DE MANEJO (PM) DE LOS PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA. Obtenido de CONTRATO DE COOPERACION 422 / 08 CORTOLIMA - CORPOICA : https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/estudio_del_estado_actual_de_los_paramos_en_el_epto.pdf
- Ospina, D. R., & Rodríguez, C. (2011). *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia*. Retrieved from [http://www.humboldt.org.co/images/Atlas de paramos/Guia_delimitacion_paramos.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/Atlas_de_paramos/Guia_delimitacion_paramos.pdf)
- Paredes-Leguizamón, G. (2014). Análisis de la factibilidad política técnica y operativa de declarar zonas amortiguadoras o reglamentar la función amortiguadora del Sistema de Parques Nacionales de Colombia. *Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Retrieved from [De Http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2015/07/analisis-de-la-factibilidad-politica-tecnica-y-operativa-de-declarar-zonas-amortiguadoras-para-las-areas-protegidas-del-sistema-de-parques-nacionales-final-11052014.pdf](http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2015/07/analisis-de-la-factibilidad-politica-tecnica-y-operativa-de-declarar-zonas-amortiguadoras-para-las-areas-protegidas-del-sistema-de-parques-nacionales-final-11052014.pdf)
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2005). *Lineamientos técnicos para la declaratoria y gestión en Zonas Amortiguadoras*. Retrieved from https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/Paramos/estudio_estado_actual_paramos_en_Dpto.pdf
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2008). MANUAL PARA LA DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE ZONAS AMORTIGUADORAS. Retrieved from http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-3-PNN-2008-Manual-delimita_zonifica-ZA.pdf
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2014). Definición y objetivos de las Zonas Amortiguadoras, 19–32. Retrieved from <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/1-ZONAS.pdf>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). Plan de Manejo 2017 – 2022 Parque Nacional Natural Los Nevados, 238. Retrieved from https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2017/03/Plan-de-manejo-NEVADOS-Marzo_2017-1.pdf
- Pound, B. (1997). Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/Agrofor1/Pound7.htm>
- RANGEL-CH., J. 2000. Colombia, diversidad biótica III: La región de vida paramuna, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia e Instituto Humboldt. Bogotá, D.C.
- República de Colombia. (1991). Constitución política de Colombia. Retrieved from https://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso%20Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm
- Ríos, A. C., & Peña, E. P. (2017). Identificación De Los Motores De Pérdida De Biodiversidad En La Zona Amortiguadora Del Parque Nacional Natural Las Hermosas En El Municipio Chaparral, Tolima, Desde El Año 2000 Al 2010. *Universidad De Medellín*, Retrieved from http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4204/tg_ia_6.pdf?sequence=1
- Rivera, O. D. y C. Rodríguez. 2011. Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 68 pp.
- Rodríguez, M., Acevedo, D., Bladimiro, S., Toro, J., Espinosa-Blanco, A., Mato, F., y otros. (2012). Buenas prácticas para la gestión de los páramos Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Recuperado el 2019, de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56462>
- Rubiano Galvis, S. (2015). Protección de páramos y derechos campesinos. Aportes jurídicos y de Política. *Repositorio Institucional De Documentación Científica Humboldt Digital*, 014, 18. Retrieved from [Http://Repository.Humboldt.Org.Co/Bitstream/Handle/20.500.11761/9605/14-14-008-251ps.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](http://Repository.Humboldt.Org.Co/Bitstream/Handle/20.500.11761/9605/14-14-008-251ps.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)

Delimitación de la zona de amortiguamiento del páramo de Murillo, Tolima para la conservación del ecosistema.

Juan Sebastián Gómez Acevedo y María Camila Ramírez Villa

- Salas, J., & Valenzuela, J. (2011). Determinación de los conflictos de uso del suelo en la microcuena Pachindo - Municipio de La Florida - Departamento de Nariño. Retrieved from <http://sired.udenar.edu.co/3997/1/85051.pdf>
- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., & Zapata, J. (2013). Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/pisba/Documento_Humboldt.pdf
- Secretaria Distrital de Integración Social. (2013). Guía metodológica para la evaluación de aspectos e impactos ambientales. Obtenido de Alcaldía mayor de Bogotá D.C. Retrieved from [http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/\(08052013\)guia_final.pdf](http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/(08052013)guia_final.pdf)
- Shelton, M. (2000). Leguminosas forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales, *51*, 25–32. Retrieved from <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/x3989s/X3989s05.PDF>
- Sistema de Documentación e Información Municipal. (2002). Esquema de Ordenamiento Territorial - Murillo 2002. Retrieved from [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/diagnostico_rural - murillo \(165 pag - 1440 kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos PDF/diagnostico_rural_-_murillo_(165_pag_-_1440_kb).pdf)
- UNRN. (2013). EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. Obtenido de Universidad Nacional de Rio Negro: <http://unrn.edu.ar/blogs/matematica1/files/2013/04/5%C2%B0-Matriz-de-Leopold-con-plantilla.pdf>
- VON HUMBOLDT , A., & RIVERA OSPINA, D. (2013). Portafolio Nacional De Restauración De Páramos Y Humedales De Alta Montaña . Contrato N°. 12-12-092-116ps, Entre El Instituto De Investigación De Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt” Y David Rivera Ospina .